

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

Міністерство освіти та науки України
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Кафедра
світлотехніки та
електротехніки

Курс лекцій з дисципліни

«Монтаж та експлуатація світлотехнічних установок»

*для студентів за напрямом підготовки
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
всіх форм навчання*

Тернопіль
2017 р.

Міністерство освіти та науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра
світлотехніки та
електротехніки

Курс лекцій
з дисципліни

**«Монтаж та експлуатація
світлотехнічних установок»**

*для студентів за напрямом підготовки
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
всіх форм навчання*

Тернопіль
2017 р.

Курс лекцій з дисципліни «Монтаж та експлуатація світлотехнічних установок» для студентів за напрямом підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Укладачі: к.т.н. Белякова І.В.

Рецензент: д.т.н., проф. Андрійчук В.А.

Відповідальний за випуск: Белякова І.В.

Курс лекцій розглянуто і затверджено на засіданні кафедри світлотехніки
Протокол № ____ від _____

Схвалено і рекомендовано до друку методичною Радою ЕМФ Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № ____ від _____

Посібник складено з врахуванням матеріалів літературних джерел, наведених у списку.

ЛЕКЦІЯ 1

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Для правильного виконання проектних і монтажних робіт по влаштуванню електричної частини світлових установок треба чітко уявляти схему електропостачання даного об'єкту.

Електричну енергію виробляють електричні станції, які об'єднані між собою в електроенергетичні системи. В крупну енергосистему об'єднують станції, які розташовані в кількох областях або навіть державах.

Частину системи, яка складається з генераторів, розподільчих пристроїв, підвищувальних і понижуючих трансформаторних підстанцій, електричних мереж і приймачів електроенергії, називають електричною системою.

Електричними мережами називають частину електричної системи, яка складається із підстанцій і ліній електропередач різних напруг.

В залежності від призначення електричні лінії поділяють на :

- розподільчі;
- живильні.

Розподільчою лінією називають лінію, яка підводить електроенергію безпосередньо від джерела живлення до споживачів трансформаторних підстанцій, або до самих споживачів, якщо це лінія низької напруги.

Живильною називають електричну лінію (рис.1.1), по якій підводять електроенергію до розподільчих пунктів (РП), або до трансформаторних підстанцій (ТП).

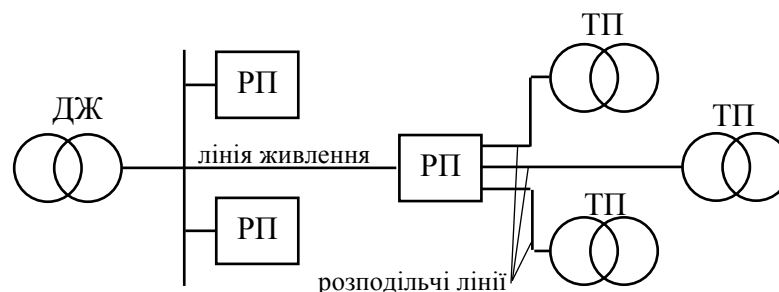


Рисунок 1.1 – Приклад схеми живильної електричної лінії.

Відомо, що для передачі електроенергії на значну відстань треба підвищувати напругу (приблизно 1 кВ/км).

Сучасна електрична система обов'язково включає в себе підвищувальні підстанції, на яких за допомогою трансформаторів напруга електричної енергії підвищується. У місцях споживання розміщують знижувальні підстанції, які знижують напругу до такої величини, щоб електроенергією могли користуватися споживачі. Необхідність підвищення і зниження напруги привели до того, що для передачі та розподілу електроенергії застосовують переважно змінний трьохфазний струм.

На рис.1.2 у вигляді прикладу показано принципову схему потужної районної електричної системи, яка складається із трьох районних електричних станцій. Як відомо, генератори районної електростанції мають напругу 10 кВ. Цю напругу на найвіддаленішій підстанції підвищують до 220 кВ і потім передають енергію в загальне кільце напругою 110 кВ. При цьому в кінці цієї лінії 220 кВ споруджена понижуюча підстанція 220/110 кВ. Від РЕС-1 і 3 енергія передається в кільце лініями 110 кВ. Від загального кільця 110 кВ через шини 35 кВ понижуючої підстанції 110/35 кВ відходять лінії 35 кВ, що живлять споживчі трансформаторні підстанції 35/10 кВ, які знижують напругу з 10 кВ до робочої 380/220 В.

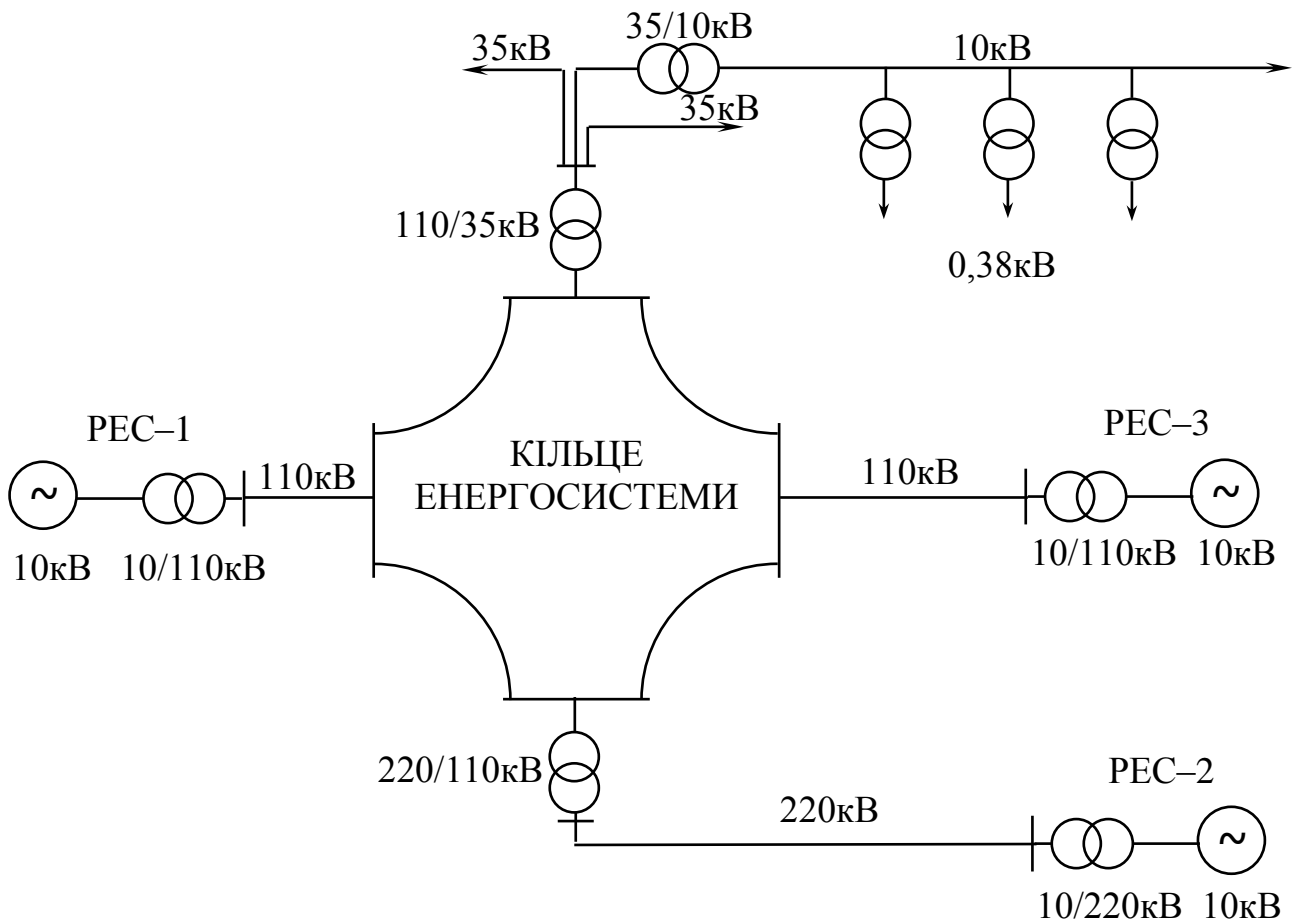


Рисунок 1.2 – Приклад принципової схеми районної електричної системи.

Таким чином, електричну енергію, перш ніж вона досягає споживача, кілька разів трансформують, що викликає необхідність спорудження значної кількості трансформаторних підстанцій. Районні системи, сполучені між собою лініями, утворюють єдину електричну систему країни.

Тернопільська електрична система входить в Єдину електричну систему України, Європейську електричну систему країн бывшего Союзу і країн Західної Європи.

Електричні вузли, які створені в кожній області України, з'єднані лініями 220, 330 і 750 кВ.

Головною підстанцією, яка живить Тернопільський електровузол є підстанція 330/110 кВ. Розміщена вона в районі Тернопільського м'ясокомбінату. Ця підстанція по лінії 330 кВ має зв'язок з Бурштинською (Ів.Франківськ обл.) і Ладижинською (Вінницька обл.) підстанціями. Регіональні вузли області, такі як Кременець, Шумськ, Ланівці, Збараж, Зборів, Підволочиськ, Гусятин, Чортків, Бережани, Заліщики і Борщів зав'язані лініями 110 кВ.

В межах України між Сходом і Заходом прокладена лінія 750 кВ, яка дозволяє робити перекиди електроенергії в години максимуму в тому чи іншому регіоні (Донбас – Західноукраїнська п/ст 750 кВ).

В електропостачанні споживачів існує поняття графіка навантаження, тобто навантаження енергосистеми протягом доби (рис.1.3):

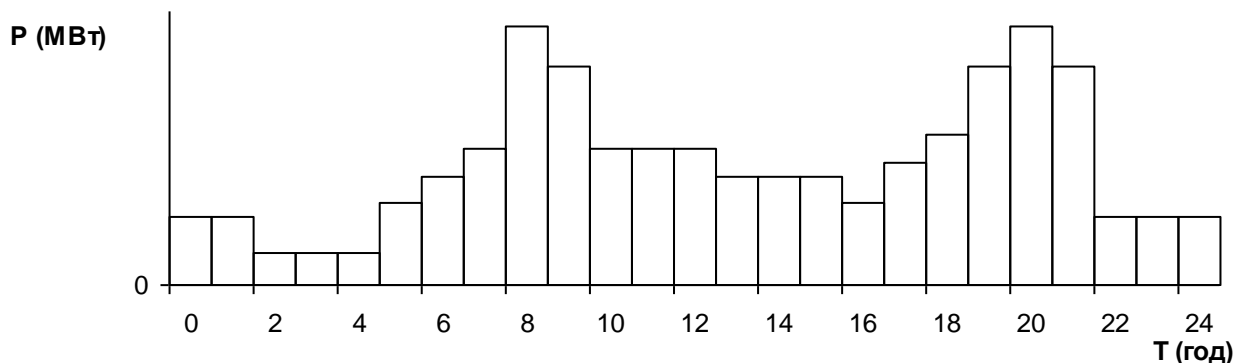


Рисунок 1.3 – Добовий графік навантаження енергосистеми.

В ранковий і вечірній період доби до електросистеми підключена велика кількість споживачів: вуличне освітлення, побутове навантаження населення в містах і селах, сільськогосподарське виробництво. Тоді в енергосистемі настає максимум електричного навантаження, який можна покрити за рахунок введення в дію вільних електричних потужностей гідроелектростанцій або обмеженням електричних навантажень на промислових та сільськогосподарських підприємствах.

Енергосистема може нормально працювати при частоті $50\text{Гц} \pm 0,5\%$, тобто діапазон частот напруги мережі повинен бути 49,75–50,25 Гц. Фактично частота в електромережі на час осінньо-зимового періоду падає до 49,2 Гц, а це вже критична межа і подальше її зниження може призвести до розвалу системи, тобто роз'єднання електростанцій від паралельної роботи в системі.

З метою раціонального використання електроенергії проводяться такі заходи:

1. Зниження питомої витрати електроенергії на одиницю продукції, що виробляється. Це може бути впровадження нових технологій (за рахунок таких заходів США в період енергетичної кризи 70-х років зуміли скоротити споживання електроенергії на 30%).

2. Зниження питомої втрати енергоносіїв на одиницю виробництва 1,0 кВтгод електроенергії (вугілля, мазуту або урану), тобто застосування кращого енергетичного обладнання на електростанціях.
3. Раціональне використання електроенергії для освітлення, застосування більш економічних джерел світла.

Джерелом живлення служить електрична станція, що забезпечує електроенергією трансформаторні підстанції через лінії високої напруги. На трансформаторних підстанціях напруга знижується до споживацького рівня. Електрична мережа звичайно досить протяжна і може включати ділянки, що прокладаються як усередині приміщень, так і зовні будівель. Освітлювальна мережа усередині приміщень прокладається по стелях і стінах відкрито і всередині їх, а також може вмонтовуватися на тросах і в коробах.

Електричні освітлювальні мережі повинні забезпечувати:

- а) надійність дії освітлювальної установки;
- б) постійність напруги у джерел світла;
- в) індустріальність виконання монтажу і зручність експлуатації;
- г) пожежну безпеку;
- д) захист від ураження електричним струмом;
- е) економічність вибраного варіанта.

Питання електричної частини освітлювальної установки розглядаються, як правило, в наступній послідовності:

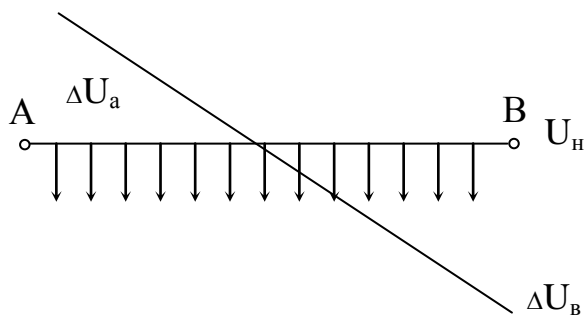
- вибір напруги, схем живлення і управління освітленням;
- вибір місць розташування і схем щитків; вибір траси мережі, роду проводки і способів її прокладки;
- розрахунок мережі; визначення заходів захисту від ураження електричним струмом і розрахунок цього захисту;
- вибір конструктивних рішень виконання мережі.

ВІДХИЛЕННЯ РІВНЯ НАПРУГИ ВІД НОМІНАЛЬНОГО. ЙОГО ЗНАЧЕННЯ І ВПЛИВ НА РОБОТУ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ

Електричне навантаження в енергосистемі ніколи не буває сталим і міняється протягом доби і року. Внаслідок зміни навантаження змінюються втрати напруги в лінії, а отже змінюється рівень напруги в споживача.

Поступові зміни рівня напруги, що викликаються змінами навантаження протягом доби і року, називають відхиленнями напруги на відміну від короткочасних коливань рівня напруги, які мають місце наприклад при пусках потужних двигунів з КЗ роторами (пускові струми в яких складають 5-7I номінального значення).

Величину відхилення напруги визначають алгебраїчною різницею між напругою в даній точці при даному режимі і номінальною напругою у вольтах, або, що зручніше, у відсотках від номінального значення напруги мережі.



Розглянемо по схемі: нехай є лінія з рівномірним навантаженням, яка прокладена проводами сталого перерізу. Напруга вздовж лінії змінюється приблизно по прямій

(точніше – по квадратичній кривій).

На початку лінії в точці А напруга трохи вище від номінальної. А в кінці лінії в точці В нижча від неї. Відхилення напруги у вольтах на початку лінії дорівнює:

$$\Delta U_A = U_A - U_n;$$

а в кінці лінії:

$$\Delta U_B = U_B - U_n;$$

Відхилення напруги впливають на роботу приймачів електроенергії. Найчутливішими до відхилень напруги є освітлювальні прилади і, в першу чергу, лампи розжарювання, що значно поширені.

Як відомо, основними величинами, що характеризують ЛР, є її потужність (Вт), світловий потік (лм), світлова віддача (лм/Вт) і строк служби (годин).

Якщо взяти всі ці величини при номінальній напрузі мережі за 100 відсотків, то при невеликих відхиленнях напруги мають місце зміни, наведені нижче у відсотках

Напруга (В)	Потужність (Вт)	Світловий потік (лм)	Світлова віддача (лм/Вт)	Строк служби (годин)
±1	±1,5	±3,5	±1,8	± 13,0

Із наведених цифр видно, що із збільшенням рівня напруги зростає світловий потік і світлова віддача лампи, але зате різко скорочується строк служби. Так, при величині напруги 105% від номінального значення строк служби лампи скорочується майже в три рази і складає для стандартної ЛР 350 годин замість 1000.

Занижена напруга приводить до зниження світлового потоку і, отже, погіршує умови роботи освітлення.

При величині напруги 95% від номінального значення світловий потік лампи складає всього 82,5%. Отже можна зробити висновок, що відхилення напруги для ЛР дуже небажане і треба намагатися, щоб вони були якнайменшими.

Люмінесцентні лампи менше реагують на зміни напруги в порівнянні з лампами розжарення. В середньому можна вважати, що на $\pm 1,0\%$ зміни напруги живлення мережі проходять такі зміни світлотехнічних характеристик:

- світловий потік міняється $\pm 1,0\%$;
- світлова віддача – на $\pm 0,5\%$;

Проте при величині напруги 93-94% від номінального значення лампи дуже погано запалюються, а при величині 106-107% – перегрівається допоміжна апаратура (баласти).

За правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) в світлових установках відхилення напруги мережі живлення від номінального значення не повинно перевищувати:

1. В електричних освітлювальних мережах робочого освітлення виробничих і громадських приміщень, а також в мережах, що живлять прожекторні установки зовнішнього освітлення, на найбільш віддалених лампах повинна гарантуватися напруга не нижче 97,5% від номінального значення.
2. В мережах зовнішнього освітлення, в мережах житлових приміщень, аварійного освітлення допускається зниження напруги на найбільш віддалених лампах до 95%.
3. Найбільша напруга на лампах не повинна перевищувати 105% від номінального значення.
4. В мережах пониженої напруги (12 і 42 В), починаючи від виводів обмотки трансформатора живлення, допускається зниження напруги до 10%.

НАДІЙНІСТЬ ДІЇ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Надійність дії є однією з головних вимог до електричних мереж і пристроїв. Перерви в подачі електроенергії і пов'язане з цим припинення дії освітлення можуть приводити до серйозних аварій і травматизму людей, недовипуску і браку продукції, до пожеж та ін. небажаних наслідків.

Правильно складена схема живлення при відповідному розрахунку мережі і її виконанні, а також при правильній експлуатації повинна виключити або зробити маловірогідними випадки можливого припинення дії освітлення. Надійність дії освітлювальних установок повинна забезпечуватися:

- надійними і одночасно простими схемами розподілу енергії і управління освітленням;
- розрахунками мережі, що гарантують необхідну напругу у джерел світла, пожежну безпеку, селективність роботи і механічну міцність мереж;
- правильними конструктивними рішеннями, що враховують характер середовища приміщень і особливості виробництва;
- добре організованою експлуатацією.

Основою надійності дії освітлення є влаштування двох його видів освітлення роздільними електричними мережами. Видами освітлення називаються частини освітлювальної установки, що розрізняються за своїм функціональним призначенням. Принципово існують два види освітлення: робоче і аварійне.

Робоче освітлення забезпечує необхідні умови при нормальному режимі роботи освітлювальної установки, воно обов'язкове у всіх приміщеннях і на відкритому просторі.

Різновидом робочого освітлення є охоронне освітлення, яке влаштовується по лінії меж територій промислових підприємств, а також територій деяких суспільних будівель, що охороняються.

Аварійне освітлення забезпечує мінімально необхідні освітлювальні умови при тимчасовому згасанні робочого освітлення у приміщеннях і на відкритих просторах або служить для безпечної евакуації людей з приміщень і з відкритого простору. Безпечне освітлення треба влаштовувати, якщо раптове відключення робочого освітлення і пов'язане з цим порушення нормального обслуговування устаткування і механізмів може викликати:

- а) вибух, пожежу, отруєння людей;
- б) тривале порушення технологічного процесу;
- в) порушення роботи таких об'єктів, як електричні станції; вузли радіо- і телепередач і зв'язку; диспетчерські пункти, пункти управління системами водопостачання, каналізації, теплофікації, вентиляція і кондиціонування повітря для виробничих приміщень, в яких неприпустиме припинення робіт; насосні установки водопостачання;
- г) небезпека травматизму в місцях великого скупчення людей;

- д) порушення нормального обслуговування хворих в операційних блоках, кабінетах невідкладної допомоги, в приймальних покоях лікувальних установ;
- е) порушення режиму дитячих установ незалежно від числа людей, що знаходяться в них.

Евакуаційне освітлення треба влаштовувати:

а) в місцях, небезпечних для проходу людей, а також в основних проходах і на драбинах, що служать для евакуації людей з виробничих будівель, де працюють або перебувають більше 50 чоловік і в сходових клітках житлових будинків заввишки 6 поверхів і більше;

б) у виробничих приміщеннях з постійно працюючими в них людьми, де вихід людей з приміщень при раптовому відключенні робочого освітлення пов'язаний з небезпекою травматизму через продовження роботи виробничого устаткування;

в) у приміщеннях суспільних будівель і допоміжних будівель промислових підприємств, якщо в них можуть одночасно знаходитися більше 100 чол;

г) у виробничих приміщеннях без природного світла.

Правила влаштування електроустановок (ПУЕ) за ступенем надійності електропостачання підрозділяють всі електроприймачі (у тому числі освітлювальні установки) на три категорії:

Електроприймачі 1 категорії – електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може спричинити: небезпеку для життя людей; значний збиток народному господарству; пошкодження дорогого устаткування; масовий брак продукції; розлад складного технологічного процесу; порушення функціонування надважливих елементів комунального господарства. З електроприймачів 1 категорії виділяється особлива група електроприймачів, робота яких необхідна для безаварійної роботи виробництва з метою запобігання загрози життю людей, вибухів, пожеж і пошкоджень основного устаткування;

Електроприймачі 2 категорії - електроприймачі, перерва в електропостачанні яких призводить до масового недовипуску продукції; масовим простоям виробництва, механізмів і промислового транспорту; порушенню нормальної роботи міських і сільських жителів;

Електроприймачі 3 категорії - решта електроприймачів, що не підпадають під визначення 1 і 2 категорій.

Електроприймачі 1 категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних, взаємно резервуючих джерел живлення.

Для електропостачання особливої групи електроприймачів 1 категорії передбачається живлення від третього незалежного джерела живлення.

Незалежним джерелом живлення електроприймачів називається джерело живлення, на якому зберігається напруга при зникненні його на іншому або на інших джерелах живленні цих електроприймачів.

До числа незалежних джерел відносяться дві секції або системи шин однієї або двох електричних станцій і підстанції при одночасному дотриманні наступних двох умов:

1) кожна з секцій або систем шин, у свою чергу, має живлення від незалежного джерела;

2) секції (системи) шин не зв'язані між собою або мають зв'язок, що автоматично відключається при порушенні нормальної роботи однієї з секцій (систем) шин.

Як третє незалежне джерело живлення для особливої групи електроприймачів і як друге незалежне джерело живлення для інших електроприймачів 1 категорії можуть бути використані місцеві електричні станції, електростанції енергосистем, спеціальні агрегати безперебійного живлення (дизель-генератори), акумуляторні батареї і т.д.

Електроприймачі 2 категорії рекомендується забезпечувати електроенергією від двох незалежних, взаємно резервованих джерел живлення.

Для електроприймачів 2 категорії при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення допустимі перерви в електропостачанні на якийсь час, необхідне для включення резервного живлення.

Для електроприймачів 3 категорії електропостачання може бути виконано від одного джерела живлення за умови, що перерви в електропостачанні, необхідні для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищують однієї доби.

Пожежна безпека

Перегрів проводів і кабелів, апаратів і освітлювальних приладів, погані контакти в електричному ланцюзі, іскри і дуги можуть бути причиною пожежі. В освітлювальних мережах така небезпека особливо значна через велику загальну протяжність і розгалуженість мережі, велику кількість світильників і дрібних настановних апаратів.

Збереження ізоляції проводів і пожежна безпека проводок гарантуються обмеженням граничної температури жил наступними значеннями:

для ізольованих проводів і кабелів з гумовою або поліхлорвініловою теплостійкою ізоляцією.....65 °C

для кабелів до 1 кВ з паперовою ізоляцією.....80 °C

для голих проводів.....70 °C

Вказаним температурам відповідають гранично допустимі струмові навантаження на проводи і кабелі для різних умов прокладки мережі, що регламентуються ПУЕ.

Величина перегріву жили пропорційна квадрату струму. Таким чином, якщо при гранично допустимому за нормами навантаженні на провід I_n відомий перегрів, то при будь-якому струмі I_x відповідний перегрів τ_x може бути визначений із співвідношення

$$\tau_x = \tau_v (I_x/I_n)^2 \quad (2.1.)$$

вважаючи τ_v і I_n заданими ПУЕ, можна встановити температуру жил проводів при інших значеннях струмів навантаження, а також нові допустимі

навантаження I_x при значеннях температури навколишнього середовища, що змінилися.

Треба враховувати, що кожні додаткові 8°C нагріву прискорюють старіння ізоляції вдвічі.

Прискорення старіння ізоляції, а іноді і її загоряння відбуваються також при короточасних перегрівках внаслідок коротких замикань.

Для автоматичного відключення мережі при перевантаженнях і коротких замиканнях служать плавкі запобіжники і автомати з тепловими й електромагнітними струмовими реле.

Поверхні світильників і апаратів при роботі не повинні перегріватися, що особливо важливо в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях.

З погляду пожежної безпеки відіграє також роль надійність контактів (особливо при алюмінієвих дротах), вибір апаратів і приладів відповідно до умов середовища, дотримання нормативних відстаней у проводках і стан ізоляції.

Рівень ізоляції мережі на ділянці між двома будь-якими апаратами захисту або на ділянці за крайнім апаратом захисту не повинен знижуватися у процесі експлуатації до значення меншого $0,5 \text{ МОм}$ (при знятих лампах і ввімкнених комутаційних апаратах).

ЛЕКЦІЯ 3

ВИМОГИ ДО БУДІВЕЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ПРИМІЩЕНЬ. КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ

Будівельні роботи в приміщеннях, які здають під монтаж електрообладнання і виконання електричних ліній, повинні бути доведені до такого технічного стану, при якому забезпечується наступне:

1. Нормальне і безпечне проведення електромонтажних робіт;
2. Захист змонтованого електрообладнання від атмосферних опадів;
3. Збереження інструментів, пристосувань, механізмів і матеріалів;
4. Цілісність змонтованих електропроводок, приладів і апаратів.

В приміщеннях, де проектом передбачений монтаж силових і освітлювальних електропроводок, повинні бути: настелена чорнова підлога, виконані штукатурні роботи, проведена побілка або фарбування один раз панелей, стін і стелі. У випадку виконання скритої електропроводки (під штукатурку) монтажні роботи проводять до штукатурних робіт (тобто прокладають проводки і встановлюють монтажні коробки для розгалуження під вимикачі і розетки). Кінцеве оздоблення приміщень виконується будівельниками після закінчення електромонтажних робіт.

Роботи з відновлення пошкоджених поверхонь при веденні електромонтажних робіт і при встановленні різних конструкцій кріплення виконуються будівельниками.

У всіх приміщеннях, де передбачається виконання електромонтажних робіт, повинні бути навішані двері, засклені вікна і встановлені (у зимовий час) опалювальні прилади, які забезпечували б підтримку температури не нижче $+10^{\circ}$.

Особливо важливе значення має готовність будівельної частини приміщень (споживчих) трансформаторних підстанцій і розподільчих пунктів. На таких об'єктах повинні бути закладені цементні труби або виготовлені пройми, які за своїми розмірами відповідають проектній кількості кабелів, що будуть прокладатися на даній споживчій трансформаторній підстанції чи розподільчому пункті. На об'єктах такого типу повинні бути завершені всі загальнобудівельні роботи.

Вибір електрообладнання і електротехнічних матеріалів, а також методи їх монтажу визначаються головним чином характером приміщень і будівельних конструкцій, де встановлюється електрообладнання. Всі монтажні роботи виконуються за проектною документацією.

Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) визначені основні ознаки, за якими прийнято класифікувати приміщення, будівельні матеріали і конструкції.

Приміщення класифікують:

- 1) за характером оточуючого середовища;
- 2) за ступінню вибухонебезпеки;

- 3) за ступінню пожежної безпеки;
- 4) за ступінню небезпеки враження персоналу електричним струмом.

Класифікація приміщень за характером оточуючого середовища

За характером оточуючого середовища приміщення поділяють на:

- сухі;
- сирі;
- жаркі;
- пильні;
- приміщення з хімічноактивним середовищем.

Сухими приміщеннями називають такі приміщення, в яких відносна вологість не перевищує 30°C, не виділяється технологічний пил, яка осідає на проводах або проникає в машини і апарати, а також не утримуються в повітрі пари, що руйнують ізоляцію і струмоведучі частини електрообладнання.

Сирими називають приміщення, відносна вологість повітря яких тривалий час перевищує 75%.

Жаркими називають приміщення, в яких температура тривалий час перевищує 30°C.

Пильними називають приміщення, де за умовами виробництва виділяється технологічний пил у такій кількості, що вона осідає на проводах або проникає в машини і апарати тощо. Пильні приміщення поділяються на приміщення з:

- струмопровідним пилом;
- неструмопровідним пилом.

Приміщення з хімічноактивним середовищем – приміщення, в яких за умовами виробництва постійно чи тривалий час утримуються пари або утворюються відкладення, що руйнують ізоляцію чи струмоведучі частини.

Класифікація приміщень за ступінню вибухобезпеки

Вибухонебезпечними називають приміщення, в яких за умовами технологічного процесу можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші:

- 1) горючих газів або парів з повітрям чи киснем, а також з іншими газами-окислювачами (наприклад з хлором).
- 2) горючих пилу або волокон з повітрям при переході їх у зважений стан.

Вибухонебезпечні приміщення і установки розділяють на шість класів:

VI, VIa, VIб, VIг, VII і VIIa.

До класу VI відносяться приміщення, в яких горючі гази або пари виділяються в такій кількості і мають такі властивості, що можуть створювати з повітрям чи іншими окислювачами вибухонебезпечні суміші при нормальних нетривалих режимах роботи.

До класу VIa відносяться приміщення, в яких за нормальної експлуатації не створюються вибухонебезпечні суміші горючих газів або парів з повітрям чи з іншим окислювачами, але можуть утворюватися в наслідок аварії або технічних неполадок.

До класу ВІб відносяться ті ж приміщення, що і класу ВІа, але відрізняються однією з наступних властивостей:

- горючі гази в таких приміщеннях мають високу межу вибуховості (15% і більше) і різкий запах при гранично допустимих за санітарними нормами концентрацій (наприклад, машинні зали аміачних компресорних і холодильних абсорбційних установок);
- вибухонебезпечна концентрація газів за умовами технологічного процесу виключається, а можлива лише в умовах аварійних випадків;
- горючі гази і легкозаймисті горючі рідини є в приміщеннях у невеликих кількостях, які не створюють загальної вибухонебезпечної концентрації і робота з ними проводиться без відкритого полум'я.

Ці приміщення можна віднести до вибухобезпечних, якщо робота проводиться у витяжних шафах або під витяжними зонтами.

Клас ВІг включає в себе зовнішні установки, які мають вибухонебезпечні гази, пари, горючі і легкозаймисті рідини (наприклад, газгольдери, ємності, зливні естакади і т.і.), де виникнення вибухонебезпечних сумішей можливе тільки в наслідок аварії або технічних неполадок.

Для зовнішніх установок вибухонебезпечними вважають зони в межах:

- 1) до 20 м по горизонталі і вертикалі від місця зливу і наливу – естакад з відкритим зливом і наливом легкозаймистих рідин;
- 2) до 3 м по горизонталі і вертикалі від вибухонебезпечного закритого технологічного обладнання і 5 м по вертикалі і горизонталі від дихальних і запобіжних клапанів – для інших установок.

Зовнішні відкриті естакади з трубопроводами для горючих газів і легкозаймистих рідин відносяться до невибухонебезпечних.

До класу ВІІ відносяться приміщення, в яких виділяється перехідна у рівноважний стан горючий пил або волокна, що здатні створювати з повітрям або іншими окислювачами вибухонебезпечні суміші при нормальних режимах роботи.

До класу ВІІа відносяться приміщення, в яких небезпечний стан, вказаний для приміщень ВІІ, можливий тільки в наслідок аварій і неполадок.

Класифікація приміщень за ступінню пожежної безпеки

Пожежонебезпечними називають приміщення або зовнішні установки, в яких застосовують чи зберігають горючі речовини. За ступінню пожежобезпеки вони поділяються на чотири класи: ПІ, ПІІ, ПІІа і ПІІІ

До класу ПІ відносять приміщення, в яких застосовують або зберігають горючі рідини з температурою спалаху парів вище 45°C (наприклад, склади мінеральних масел, установки з регенерації мінеральних масел і т.і.).

До класу ПІІ відносять приміщення, в яких виділяється горючий пил, волокна, що можуть входити у зважений з повітрям стан.

До класу ПІІа відносять приміщення і різні склади, в яких утримуються тверді або волокнисті горючі речовини (деревина, тканини та ін.).

До класу ПІІІ відносяться зовнішні установки, в яких застосовують або зберігають горючі рідини з температурою спалаху парів вище 45°C (наприклад,

відкриті склади мінеральних масел), а також тверді горючі речовини – склади вугілля, торфу, дерева і т.і.

Клас виробничих приміщень, які не мають пожежо- або вибухонебезпечного технологічного обладнання і матеріалів, але межують із вибухонебезпечними приміщеннями, визначаються наступним:

- клас приміщення, яке межує із вибухонебезпечними приміщеннями класів ВІ, ВІа і ВІІ і відділене від них одною стінкою з дверима, - знижується небезпечність на одну ступінь, тобто буде відповідати відповідно: ВІа, ВІб, ВІІа;
- клас приміщення, яке межує із вибухонебезпечним приміщеннями класів ВІб і ВІІа і відділене від них однією стінкою з дверима, а також примикаючого до приміщень класів ВІ, ВІа і ВІІ, але відділеного від них двома стінками і дверима, що утворюють коридор або тамбур, стають не вибухо- і не пожежонебезпечними.

При цьому стіни між такими приміщеннями повинні бути негорючими, двері протипожежними, а відкривання дверей повинно проводитись в сторону приміщення меншої небезпечності.

Тамбури і коридори повинні мати такі розміри, щоб кожні двері можна було відкривати або закривати при закритих інших дверях.

Камери витяжних вентиляторів, які обслуговують вибухонебезпечні приміщення і ізолювані від них, відносяться до вибухонебезпечних приміщень відповідно на один клас нижче.

Класи вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень і зовнішніх установок визначаються технологами разом з електриками, які проектують або експлуатують таку установку по електричній і світлотехнічній частинах.

Віднесення до того чи іншого класу проводиться після виявлення не тільки фізико-хімічних властивостей парів або газів, але також їх об'ємів в приміщеннях, якості проведення вентиляції, температури оточуючого середовища і т.і.

Класифікація приміщень за ступінню небезпеки враження персоналу електрострумом

За ступінню небезпеки враження персоналу електрострумом приміщення розділяють на три категорії:

1. приміщення з підвищеною небезпекою, які характеризуються однією із таких ознак: сирістю або провідним пилом, струмопровідними підлогами (металевими, земляними, залізобетонними, цегляними і т.і.), високою температурою оточуючого середовища, можливістю одночасного дотику людини до частин, які мають з'єднання з землею, металоконструкцій приміщень і до металевих корпусів електрообладнання;
2. приміщення особливо небезпечні, для яких характерні такі ознаки: особлива сирість, хімічно активне середовище, наявність двох або більше умов підвищеної небезпеки;

3. приміщення без підвищеної небезпеки, в яких відсутні умови, що створюють підвищену і особливу небезпеки.

Знання класифікації приміщень обов'язково потрібне електромонтажникам (інженерам, робочим) тому, що від класифікації залежить не тільки вибір марок проводів (кабелів) і спосіб їх прокладки, але і конструкція та виконання арматури освітлювальних приладів, різного електрообладнання і приладів.

Класифікація будівельних матеріалів і конструкцій за ступінню загоряння

Будівельні матеріали і конструкції за ступінню загоряння діляться на три групи:

Перша група – негорючі матеріали. До них відносяться всі природні і штучні неорганічні і мінеральні матеріали, а також метали.

Друга група – трудногорючі матеріали. До них відносять матеріали, що складаються з негорючих і горючих компонентів, наприклад: асфальтний бетон, гіпсові стіни з арматурою з органічних матеріалів або з наповнювачами, гіпсові оздоблювальні листи, глиносолом'яні матеріали при об'ємній масі не менше 900 кг/м^3 , деревина, що глибоко просочена спеціальними розчинами, войлок, що вимочений в глиняному розчині, лінолеум, бетон з органічними наповнювачами (ксинобетон), фиброліт.

Третя група – горючі матеріали. Вона включає всі органічні матеріали, які не піддані глибокому просочуванню вогнетривкими матеріалами.

В залежності від класифікації приміщень за характером оточуючого середовища, ступеню вибухобезпеки і пожежобезпеки, небезпеки враження електрострумом і класифікації матеріалів і конструкцій за ступінню загоряння повинні відповідним чином розроблятися проекти освітлювальних установок і виконуватися їх монтаж.

ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Основним джерелом живлення світлових установок є трансформаторні підстанції, які входять в загальну систему електропостачання підприємств і споруд.

Сучасна електроосвітлювальна установка складається із ввідно-розподільного пристрою, електричних мереж (мережі живлення і групові мережі), освітлювальних приладів і джерел світла. Цей комплекс належить до профілю роботи електромонтажників з електричного освітлення. Споживчі трансформаторні підстанції, які забезпечують силові і освітлювальні мережі, відносять до об'єктів електропостачання. Цей умовний поділ зберігається не дивлячись на те, що окремі силові трансформаторні підстанції можуть мати призначення тільки для освітлення.

Розглянемо електричне обладнання напругою до 1 кВ (практично система 380/220 В і нижче). Місце і спосіб під'єднання електричної освітлювальної установки до джерел живлення залежить від її потужності і вимог до надійності її роботи.

Найпростішим є під'єднання до відгалуження від магістральної лінії, можливий захід магістралі у ввідний пристрій світлової установки і пряме підключення до щита споживчої трансформаторної підстанції.

Особливе місце в умовах під'єднання світлових установок до джерела живлення займає потреба забезпечення можливості належного живлення робочого і аварійного освітлення.

При під'єднанні до відгалуження від магістральної лінії живлення достатнім можна вважати живлення аварійного і евакуаційного освітлення окремою лінією від ввідного пристрою (окремим від робочого освітлення).

Аналогічно при під'єднанні системи освітлення до щита одностанційної підстанції (рис.3.1) живлення аварійного і евакуаційного освітлення здійснюється окремою лінією від щита підстанції.

При такій схемі аварійне і евакуаційне освітлення забезпечується при аваріях в мережі робочого освітлення, але при відключенні трансформатора на ТП погасне все освітлення – робоче, аварійне і евакуаційне.

При наявності на об'єкті двох трансформаторних підстанцій (рис.3.2) можна підвищити надійність аварійного і евакуаційного освітлення, підключивши його до другого трансформатора. В цьому випадку робота освітлення в аварійному режимі забезпечується навіть при відключенні одного із трансформаторів.

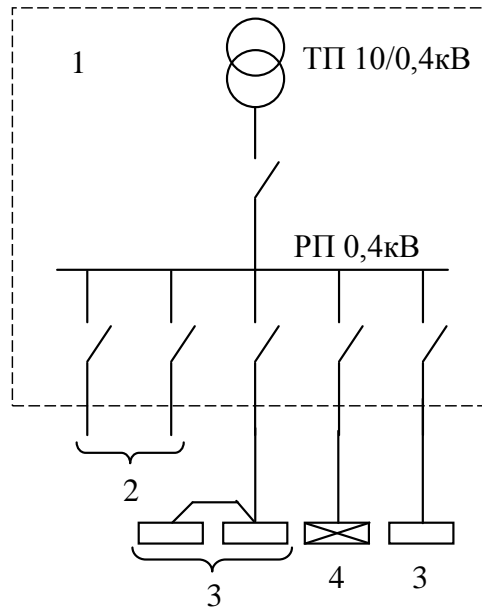


Рисунок 3.1 - Схема живлення світлотехнічної установки: 1 - споживча трансформаторна підстанція; 2 - силове навантаження; 3 - робоче навантаження; 4 - аварійне освітлення.

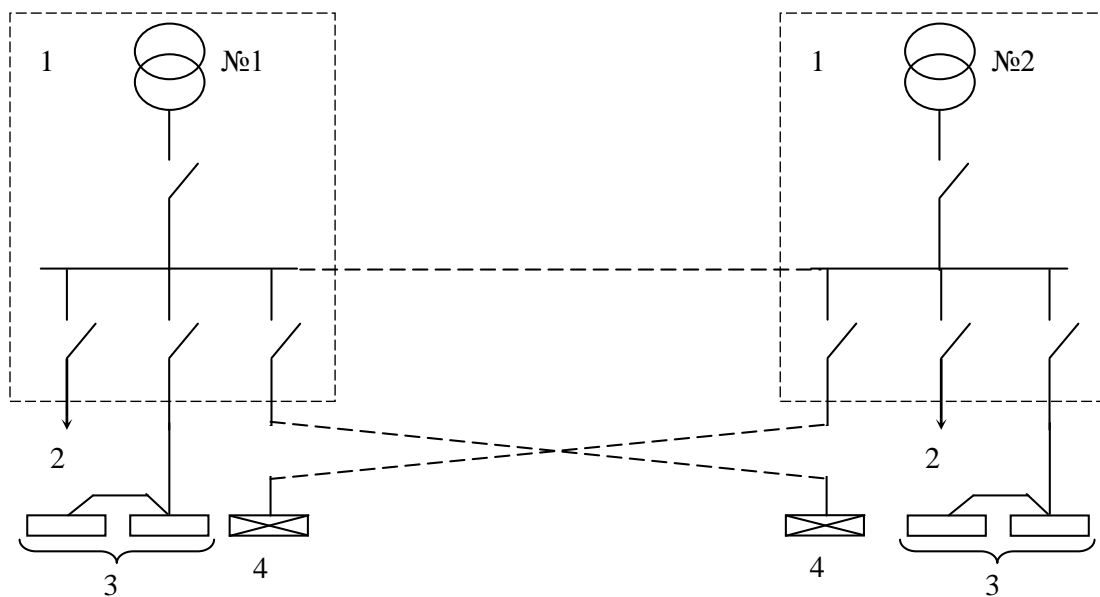


Рисунок 3.2 - Схема живлення світлових установок: 1 - трансформаторна підстанція; 2 - силове навантаження; 3 - робоче освітлення; 4 - аварійне освітлення.

Така ж принципова схема може застосовуватись на трансформаторній підстанції з двома трансформаторами, але тут можливе повне збереження напруги на секції, яка живиться від другого трансформатора (при відключенні першого) за рахунок з'єднання секцій розподільчого пристрою 0,4 кВ шинним мостом, тобто введення цих трансформаторів на паралельну роботу при виконанні певних умов.

Можливий варіант схеми при двох ввідних лініях 10 кВ, тобто резервування по високій стороні підстанції.

Надійність живлення електричного освітлення від двох трансформаторів окремих ТП або від двох трансформаторних підстанцій достатня для більшості світлових установок. Там, де потрібна особлива надійність, проводиться перевірка можливості відключення обох джерел живлення (відключення обох трансформаторів) і вибирається така схема, де кожний трансформатор живиться від різних ділянок мережі високої напруги (живлення здійснюється від двох різних високовольтних ліній).

Можлива схема резервування двох трансформаторних підстанцій по високій і низькій стороні.

На особливо відповідальних спорудах – великих виробничих підприємствах, безвіконних цехах і т.п. можуть застосовуватися зовсім незалежні від зовнішніх мереж джерела енергії, такі як акумуляторні батареї і дизель-генератори з автоматичним запуском.

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Джерела живлення.

Живлення електричного освітлення, як правило, проводиться від загальних для освітлювальних і силових навантажень трансформаторів з нижньою напругою 400/230 В (напруга мережі 380/220 В). Живлення освітлювальних установок промислових підприємств допускається виконувати від силових трансформаторів з нижньою напругою 690/400 В (напруга мережі 660/380 В) при заземленій нейтралі за умови, що вживані освітлювальні прилади і лампи призначені для живлення напругою 380 В.

Самостійні освітлювальні трансформатори застосовують в таких випадках:

1) коли характер силового навантаження не дозволяє забезпечувати необхідну якість напруги у ламп, наприклад при живленні від трансформатора потужних зварювальних апаратів;

2) при великій щільності освітлювального навантаження, коли може бути економічно обґрунтована установка освітлювальних трансформаторів;

3) коли для силового навантаження застосовується напруга більше 380/220 В, наприклад 660/380 В, при цьому в освітлювальній установці використовуються світильники, не призначені для живлення напругою 380 В. У таких випадках повинен проводитися техніко-економічно обґрунтований вибір між живленням освітлювальних трансформаторів від мережі високої напруги (6 – 10 кВ) або від силових трансформаторів (690/400 В);

4) для зовнішнього освітлення у великих містах і на крупних промислових підприємствах за наявності техніко-економічних обґрунтувань;

5) у крупних суспільних будівлях при зразковій рівності освітлювальних і силових навантажень.

У зв'язку з тим, що розрядні лампи, які включаються в мережу з індуктивним або індуктивно-ємнісним ПРА, викликають протікання значних

струмів вищих гармонік у нульових дротах трифазних чотирипровідних ліній, при виборі схем з'єднань обмоток трансформаторів треба керуватися наступними вказівками:

а) якщо навантаження на трансформатор від розрядних ламп (з втратами в ПРА) перевищує 25% його номінальної потужності, повинні застосовуватися трансформатори із схемою з'єднання обмоток «трикутник/зірка з нулем», при якій допустиме струмове навантаження нульового виводу сторони низької напруги складає 75% струму фазних виводів;

б) при навантаженні на трансформатор від розрядних ламп (з втратами в ПРА) менше 25% його номінальної потужності може застосовуватися трансформатор із схемою з'єднання обмоток «зірка/зірка з нулем», при якій допустиме струмове навантаження нульового виводу сторони низької напруги складає 75% струму фазних виводів.

Освітлювальні прилади робочого освітлення і світильники аварійного освітлення у виробничих і суспільних будівлях і в зонах роботи на відкритих просторах повинні живитися від незалежних джерел. Допускається живлення робочого і аварійного освітлення від різних трансформаторів однієї двотрансформаторної підстанції при живленні трансформаторів від двох незалежних джерел.

Світильники евакуаційного освітлення у виробничих приміщеннях з природним світлом, а також освітлювальні прилади евакуаційного освітлення в суспільних і житлових будівлях (незалежно від наявності або відсутності в них природного освітлення) повинні бути приєднані до мережі, незалежної від мережі робочого освітлення, починаючи від щита підстанції або магістрального щитка (розподільного пункту) освітлення, а за наявності тільки одного введення в будівлю - від цього введення.

Джерелами живлення освітлювальних установок суспільних і житлових будівель звичайно є міські одно- й двотрансформаторні підстанції. У великих містах переважають двотрансформаторні підстанції з двосекційним щитом низької напруги. Кожний з трансформаторів такої підстанції одержує живлення від різних секцій одного розподільного пункту РП середньої напруги (10 або 6 кВ) або від різних РП.

При необхідності як незалежне автономне джерело живлення АЕО можуть використовуватися акумуляторні батареї напругою 220 і 40 В і в деяких випадках - дизель-генераторні установки.

Схеми живлення виробничих будівель.

Живлення від вбудованих трансформаторних підстанцій.

Живлення робочого і аварійного освітлення (АО) повинне виконувати від роздільних трансформаторів, приєднаних до незалежних джерел. Евакуаційне освітлення (ЕО) переважно живиться також від незалежних джерел, а при їх відсутності - від трансформатора, що не використовується для живлення робочого освітлення даної ділянки будівлі. При неможливості або недоцільності такого живлення ЕО може живитися від загального з робітництвом трансформатора.

У виробничих будівлях з декількома вбудованими трансформаторними підстанціями (ТП) застосовуються схеми перехресного живлення робочого освітлення і АО (ЕО), при яких робоче освітлення одних ділянок будівлі живиться від однієї ТП, а АО (ЕО) - від іншої, трансформатор якої не використовується для живлення робочого освітлення. Такий же принцип використовується і для інших ділянок будівлі.

У багатьох великих виробничих будівлях живлення силових електроприймачів здійснюється за магістральною схемою, при якій на ТП відсутній розподільний щит, а до трансформаторів через потужні автомати приєднуються магістральні шинопроводи. У таких випадках живлення освітлювальних установок проводиться відгалуженнями від шинопроводу до магістральних щитків (пунктам), від яких відходять лінії розподільної мережі до групових щитків. Відгалуження для живлення освітлення рекомендується виконувати від початкових ділянок шинопроводу, де втрата напруги в шинопроводі ще невелика.

Живлення від окреmostоячих ТП. Освітлення будівель, що не мають вбудованих ТП, живиться вводами від кабельних і повітряних ліній, які прокладаються від найближчих ТП. Залежно від потужності освітлювальних установок будівлі й наявності або відсутності в ньому АО виконують вводи однієї або декількох ліній. На вводі кожної живлячої лінії в будівлю встановлюється ввідний або ввідно-розподільчий пристрій із захисними і відключаючими апаратами. Для невеликих будівель з малим числом освітлювальних приладів робочого освітлення або АО групові лінії, що живлять світильники, можуть приєднуватися безпосередньо до ввідного пристрою. При значній потужності освітлення в будівлі можуть встановлюватися один або декілька групових щитків, що живляться від ввідного або ввідно-розподільного пристрою.

Схеми живлення суспільних будівель.

Крупні суспільні будівлі є складними і енергоємними інженерними спорудами. Окрім пристроїв освітлення в суспільних будівлях діють багато інженерних систем, що забезпечують нормальне функціонування, життєзабезпечення, комфорт і пожежну безпеку.

Залежно від призначення суспільних будівель питома потужність освітлення в цілому по будівлі складає $15 - 30 \text{ Вт/м}^2$, а для окремих приміщень досягає 100 Вт/м^2 і більше. Коефіцієнти попиту навантаження електричного освітлення змінюються в широких межах ($0,25 - 1,0$) залежно від потужності й призначення освітлювальних установок.

Основне джерело живлення суспільних будівель – міські ТП – у великих містах мають звичайно АВР на стороні нижньої або вищої напруги, а іноді те й інше одночасно.

Живлення освітлювальних установок і силових електроприймачів проводиться, як правило, від загальних трансформаторів, що дозволяє більш рівномірно розподіляти навантаження і збільшувати навантаження

трансформаторів з урахуванням неспівпадання в часі максимумів силового і освітлювального навантажень,

За ступенем забезпечення надійності електропостачання комплекси електроприймачів суспільних будівель звичайно відносять відповідно до розділу 1 ПУЕ до 2-ї або 3-ї категорій. До 1-ї категорії належать лише деякі комплекси електроприймачів лікувальних установ, АТС, головних телеграфів, поштамтів і деяких інших об'єктів. Необхідна надійність ОУ забезпечується сумісною дією всіх видів освітлення.

Особливі вимоги до живлення АЕО пред'являються у видовищних і критих спортивних спорудах із залами для глядачів місткістю 800 і більше місць (окрім кінотеатрів), а також у дитячих театрах, палацах піонерів із залами для глядачів будь-якої місткості, де для АЕО повинна використовуватися акумуляторна установка.

Живлення суспільних будівель може здійснюватися як від ТП, що окремо стоять, так і від вбудованих КТП.

Живлення АЕО повинне бути незалежним від живлення робочого освітлення і виконуватися при двох вводах в будівлю або споруду - від різних вводів, а при одному ввідно - самостійними лініями, починаючи від ВРУ або ГРЩ.

Якщо навантаження суспільної будівлі відноситься до 3-ї категорії, то в будівлі встановлюється односекційне ВРУ. Живлення такого ВРУ проводиться від одного трансформатора, як правило, однією живлячою лінією. Розділення розподільних ліній робітництва і АЕО проводиться, починаючи з шин ВРУ.

При живленні суспільної будівлі 2-ї категорії від однієї двотрансформаторної ТП ввідно-розподільний пристрій є двосекційним розподільним щитом з двома перемикачами на вводі.

Побудова розподільної мережі освітлення. Лінія робочого освітлення, що відходить від ГРЩ або ВРУ, живить один або декілька групових щитків. Майже в усіх суспільних будівлях можуть бути виділені планувальні зони різного призначення: приміщення вестибюльної групи, зона адміністративних приміщень, конференц-зал з прилеглими приміщеннями, зона їдальні, технічні приміщення підвалу і т.д. Доцільно кожному із зон жити роздільними лініями. Для крупних зон можуть встановлюватися власні щитові приміщення з вторинними розподільними щитами, що виконують роль ГРЩ робочого освітлення зони. Від них до групових щитків прокладаються розподільні лінії.

Розподільчі лінії АЕО також можуть виконуватися роздільними по зонах.

Кількість щитків, приєднаних до кожної розподільної лінії в суспільних будівлях, не обмежується. Для планувальних зон, які займають один - два поверхи, їх число звичайно невелике (до 3 – 5 шт.). Для зон, розміщених в багатоповерховій частині будівлі, живлення яких, як правило, виконується лініями (стояками), що вертикально прокладаються, число щитків звичайно визначається числом поверхів.

У суспільних будівлях рекомендується застосовувати кабелі й проводи з мідними жилами.

Живлячі й розподільні мережі, як правило, повинні виконуватися кабелями й проводами з алюмінієвими жилами, якщо їх розрахунковий переріз рівний 16 мм^2 і більш.

Схеми групових ліній.

При трифазній системі з нульовим проводом і при живленні освітлювальних приладів фазною напругою групові лінії можуть бути: двопроводними (однофазними), трипроводними (двофазними) і чотирипроводними (трифазними).

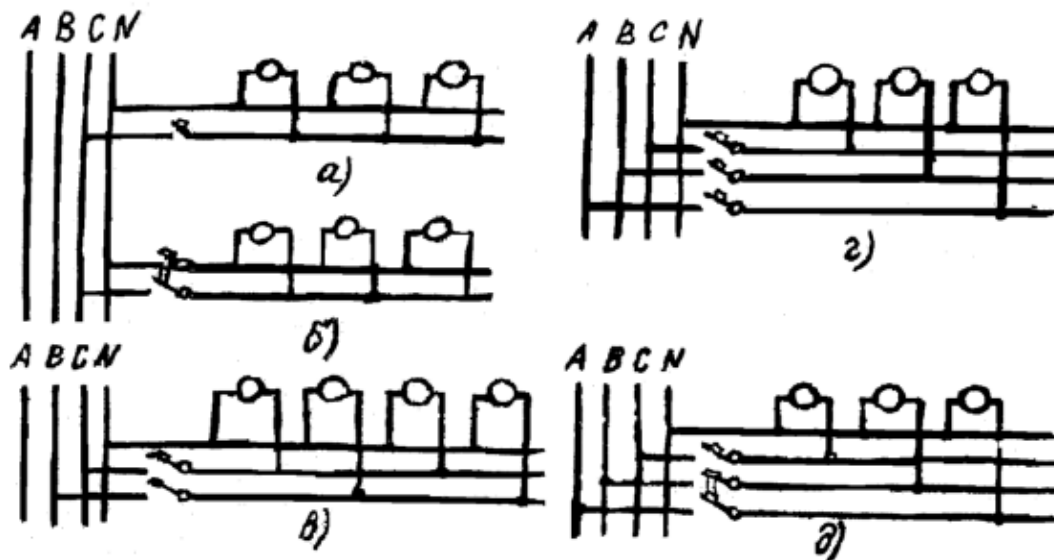


Рис.3.3 - Схеми групових ліній при трифазній системі з нульовим проводом

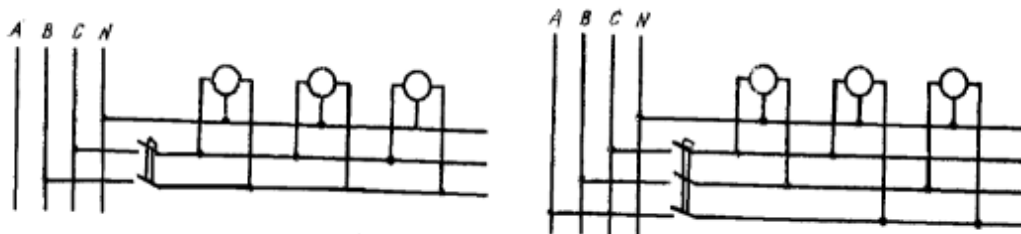


Рис.3.4 - Схеми групових ліній при трифазній системі з нульовим проводом і при живленні ОП лінійною напругою

При трифазній системі напруги 380/220 В і при живленні освітлювальних приладів напругою 380 В групові лінії можуть бути трипроводними (дві фази і нуль) і чотирипровідними (три фази і нуль).

У мережах без нейтралі, а також у трифазних мережах з нульовим проводом при живленні освітлювальних приладів лінійною напругою і за відсутності необхідності заземлення або занулення світильників застосовують двопроводні (двофазні) і трипроводні (трифазні) групові лінії, для захисту яких рекомендуються дво- і триполюсні автомати. Останні застосовуються: при необхідності одночасного відключення всіх освітлювальних приладів, що

живляться групою; коли до трифазної групової лінії приєднаний трифазний конденсатор для підвищення коефіцієнта потужності; для ліній, що живлять трифазні знижувальні трансформатори.

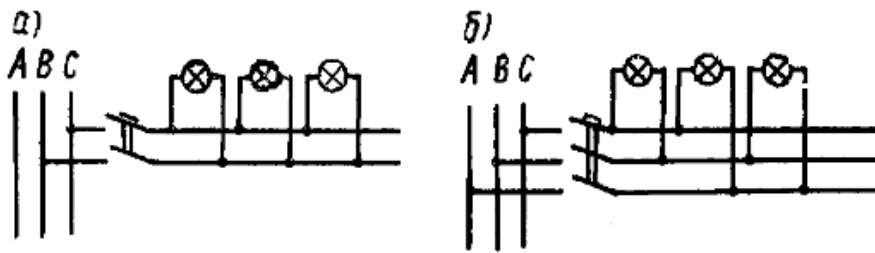


Рис.3.5 - Схеми групових ліній при трифазній системі без нульового проводу

При компоновці групових ліній керуються такими загальними вказівками: на кожен фазу групової лінії повинне включатися не більше 20 ламп розжарювання, ламп типу ДРЛ, МГЛ, НЛВД, в це число включаються також штепсельні розетки. У виробничих, суспільних і житлових будівлях на однофазні групи освітлення драбин, поверхових коридорів, холів, технічних підпіль і горищ допускається приєднувати до 60 ЛР кожна потужністю до 60 Вт.

Для групових ліній, що живлять світлові карнизи, світлові стелі і т.д. з лампами розжарювання, рекомендується приєднувати до 60 ламп на фазу; для ліній, що живлять світильники з ЛЛ потужністю до 80 Вт включно, може приєднуватися також до 60 ламп на фазу, потужністю до 40 Вт включно - до 75 ламп і потужністю до 20 Вт - до 100 ламп на фазу.

Для групових ліній, що живлять багатолампові люстри, число ламп будь-якого типу на фазу не обмежується.

У групових лініях, що живлять лампи потужністю 10 кВт і більше, кожна лампа повинна мати самостійний апарат захисту.

На початку кожної групової лінії повинні бути встановлені апарати захисту на всіх фазних провідниках. Установка апаратів захисту в нульових захисних провідниках забороняється.

Трифазні групові лінії використовують у великих виробничих приміщеннях, освітлюваних світильниками з РЛВД, а також при великій кількості світильників з ЛЛ. Одно- і двофазні лінії використовують при живленні невеликих виробничих і допоміжних приміщень, коридорів, драбин, невеликих суспільних будівель, а також в мережах АЕО.

У суспільних будівлях лінії групової мережі, що прокладаються від групових щитків до світильників загального освітлення, штепсельних розеток і стаціонарних електроприймачів, повинні виконуватися трипровідними (фазний - L, нульовий робочий - N і нульовий захисний - РЕ провідники).

Не допускається об'єднання нульових робочих і нульових захисних провідників різних групових ліній.

Нульовий робочий і нульовий захисний провідники не можна підключати на щитках під загальний контактний затиск.

Вибір перерізу провідників живлячих, розподільних і групових ліній здійснюється по розрахунковому струму цих ділянок мереж.

Однофазні дво- і трипровідні лінії, а також трифазні чотири- і п'ятипровідні лінії при живленні однофазних навантажень повинні мати переріз нульових робочих (N) провідників, рівний перерізу фазних провідників.

Трифазні чотири- і п'ятипровідні лінії при живленні трифазних симетричних навантажень повинні мати переріз робочих (N) провідників, рівний перерізу фазних провідників, якщо фазні провідники мають переріз до 16 мм^2 по міді і 25 мм^2 по алюмінію, а при великих перерізах – не менше 50% перерізу фазних провідників.

Переріз PEN провідників повинен бути не менше за переріз N провідників і не менше 10 мм^2 по міді і 16 мм^2 по алюмінію незалежно від перерізу фазних провідників.

Переріз PE провідників повинен дорівнювати перерізу фазних при перерізі останніх до 16 мм^2 ; 16 мм^2 при перерізі фазних провідників від 16 до 35 мм^2 і 50% перерізу фазних провідників при великих перерізах.

Переріз PE провідників, що не входять до складу кабелю, повинен бути не менше $2,5 \text{ мм}^2$ - за наявності механічного захисту і 4 мм^2 при його відсутності.

ЛЕКЦІЯ 5

УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ

Загальні вказівки й рекомендації

Системи і способи управління освітленням. Для управління внутрішнім і зовнішнім освітленням можуть використовуватися апарати управління, встановлені в розподільних пристроях підстанцій, розподільних пунктах живлення, ввідних розподільних пристроях, групових щитках.

При живленні від однієї лінії чотирьох і більше групових щитків з кількістю груп шість і більше на введенні в кожний щиток рекомендується встановлювати пристрій управління (автоматичний вимикач).

У мережах із заземленою нейтралю апарати управління встановлюють у всіх фазних дротах. У вибухонебезпечних зонах класу В-1 в двопровідних однофазних групових лініях передбачається одночасне відключення фазного і нульового проводів.

У три- або двопровідних однофазних лініях мереж із заземленою нейтралю можуть використовуватися однополюсні вимикачі, які повинні встановлюватися в ланцюзі фазного проводу, або двополюсні, при цьому повинна виключатися можливість відключення одного нульового робочого провідника без відключення фазного.

У мережах з ізольованою нейтралю і без нейтралі і в мережах постійного струму апарати управління встановлюють у всіх незаземлених проводах лінії і забезпечують їх одночасне відключення.

У три- і двопровідних групових лініях мереж з ізольованою нейтралю або без нейтралі при напрузі вище 50 В повинні встановлюватися двополюсні вимикачі.

У мережах малої напруги (до 42 В) апарати управління встановлюють: у трифазних лініях - у всіх проводах, в однофазних - в одному незаземленому проводі.

Управління загальним внутрішнім освітленням. Для невеликих приміщень вимикачі встановлюють біля входу, як правило, з боку дверної ручки, для рідковідвідуваних приміщень (комори, венткамери і т. п.) - зовні приміщень, у решті випадків - у приміщеннях. Управління окремих ділянок приміщень з різною природною освітленістю повинне бути роздільним. Вимикачі світильників, розташованих у приміщеннях з несприятливими умовами середовища, рекомендується виносити в суміжні приміщення з кращими умовами середовища. Вимикачі світильників душових і роздягалень при них, гарячих цехів харчоблоків і їдалень повинні встановлюватися за межами цих приміщень.

У приміщеннях з бічним природним освітленням рекомендується передбачати включення освітлювальних приладів рядами, паралельними вікнам.

У протяжних приміщеннях з декількома входами, відвідуваних тільки спеціальним персоналом, необхідно передбачати управління освітленням від кожного входу або частини входів.

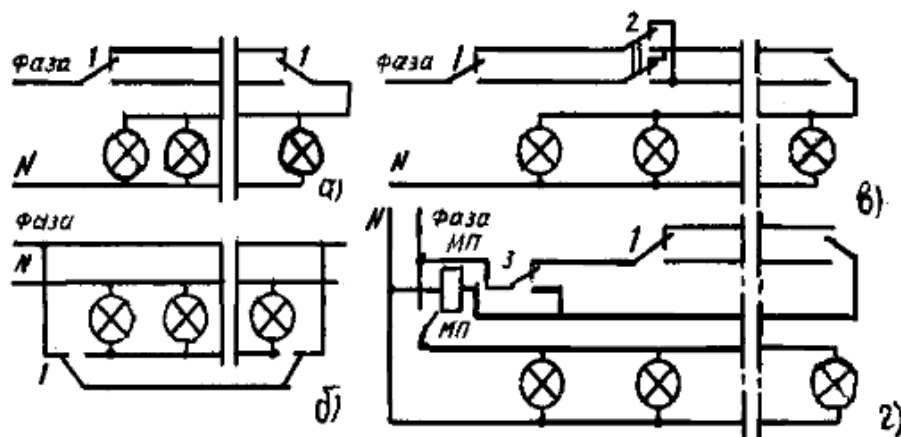


Рис. 3.6 - Схеми управління освітленням з декількох місць: а) – з двох місць; б) – з двох місць з транзитною фазою; в) – з трьох місць (при збільшенні числа перемикачів з будь-якого числа місць); г) – за допомогою магнітного пускача (для управління їм застосовують схеми а,б,в).

Місцеве управління освітленням великих приміщень звичайно проводиться з групових щитків автоматами групових ліній. Апарати управління освітленням і щитки, з яких проводиться управління освітленням, розміщують в місцях, доступних і зручних для обслуговування.

Вимикачі світильників загального освітлення повинні встановлюватися на стіні з боку дверної ручки на висоті від 0,8 до 1,7 м від рівня підлоги, а в школах і дитячих установах у приміщеннях для перебування дітей - на висоті 1,8 м від рівня підлоги. Допускається установка вимикачів під стелею з управлінням за допомогою шнура.

Світильники місцевого освітлення повинні включатися індивідуальними вимикачами, що входять в конструкцію світильника або встановлені в стаціонарній частині електропроводки.

Дистанційне, автоматичне і телемеханічне керування.

Дистанційне керування внутрішнім освітленням виробничих приміщень здійснюється залежно від характеру і особливостей виробничого корпусу з одного або декількох місць (диспетчерський пункт, контора цеху і т.д.).

Автоматичне управління освітленням розділяється на фотоавтоматичне і програмне.

При фотоавтоматичному управлінні включення і відключення внутрішнього і зовнішнього освітлення здійснюється залежно від зміни природної освітленості і виконується за допомогою фотореле і фотоавтоматів. Фотоавтоматичне управління використовується переважно для підприємств, суспільних і житлових будівель (вестибюлі, драбини, коридори) і вуличного освітлення.

Програмне управління застосовується для внутрішнього освітлення промислових підприємств. Воно передбачає включення і виключення освітлення залежно від часу початку і закінчення робочих змін і обідніх перерв. Управління здійснюється за допомогою програмних реле часу.

Для включення і захисту ліній внутрішнього і зовнішнього освітлення при дистанційному, автоматичному і телемеханічному керуванні застосовують ящики або блоки управління з магнітними пускачами і автоматами. Управління магнітними пускачами проводиться: при дистанційному керуванні - з постів, пультів або шаф управління, встановлених у приміщеннях управління освітленням, при телемеханічному управлінні - з пульта диспетчера. При влаштуванні автоматичного управління на додаток до фотометричних автоматів і програмних реле часу передбачається можливість переходу на дистанційне керування.

Для централізованого дистанційного керування робочим освітленням дозволяється використовувати автоматичні вимикачі, встановлені на ВРУ, ГРЩ, РП і групових щитках.

ВВІДНО-РОЗПОДІЛЬЧІ ПРИСТРОЇ

При живленні житлових і культурно-побутових приміщень лінії від підстанцій, розміщених поза приміщеннями, підводять до ввідно-розподільчих пристроїв (ВРП), які є своєрідними точками розділення зовнішніх мереж і внутрішніх будинкових електричних мереж. ВРП ширше простого розподілу енергії по окремих частинах електроосвітлювальної установки.

В сучасних приміщеннях, як житлових, так і невиробничого призначення, можуть бути споживачі різних організацій (магазин, майстерня і т.д.), які вимагають окремого обліку електроенергії. Роздільного обліку також вимагають силові і освітлювальні навантаження, особливо враховуються витрати електроенергії в квартирах. Все це повинно бути передбачено у схемах ВРП.

Ввідно-розподільчі пристрої комплектуються із панелей одностороннього обслуговування шафного типу.

Розроблені і випускаються промисловістю відкриті виконання, які призначені для установок в закритих електроприміщеннях.

Ввідно-розподільчі пристрої можуть бути однопанельними і багатопанельними. За своїм призначенню панелі ВРП діляться на:

- ввідні;
- розподільчі;
- ввідно-розподільчі.

Ввідні панелі розрізняють за номінальним струмом ввідних автоматів, схемах приєднання і обліку.

Розподільчі і ввідно-розподільчі панелі виготовляються з різною кількістю відхідних ліній і обліку.

Апарати обліку – лічильники, трансформатори струму – розміщують в окремому відсіку панелі, яка закривається індивідуальними дверима.

Передбачається можливість установки (також в окремому відсіку) апаратури керування загальнобудинковим освітленням.

При автоматичному керуванні включення освітлення сходових площадок та інших приміщень проводиться з настанням темноти, може зменшуватися в нічний час і з настанням світлового дня здійснюється автоматичне відключення.

ПРОМИСЛОВІ ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ЩИТКИ І ШИНОПРОВОДИ

На промислових підприємствах освітлювальні мережі, як правило, виконуються самостійно або зв'язані з іншими силовими споживачами. Споживчі ТП розміщують безпосередньо в цехах або прибудованих приміщеннях. В залежності від потужності мережі живлення, розмірів і конфігурації освітлювальної мережі лінія від щита може бути підведена до групових щитків безпосередньо (рис.3.3,а) або через магістральні освітлювальні пункти (рис.3.3, б), які здійснюють розподілення електричного навантаження.

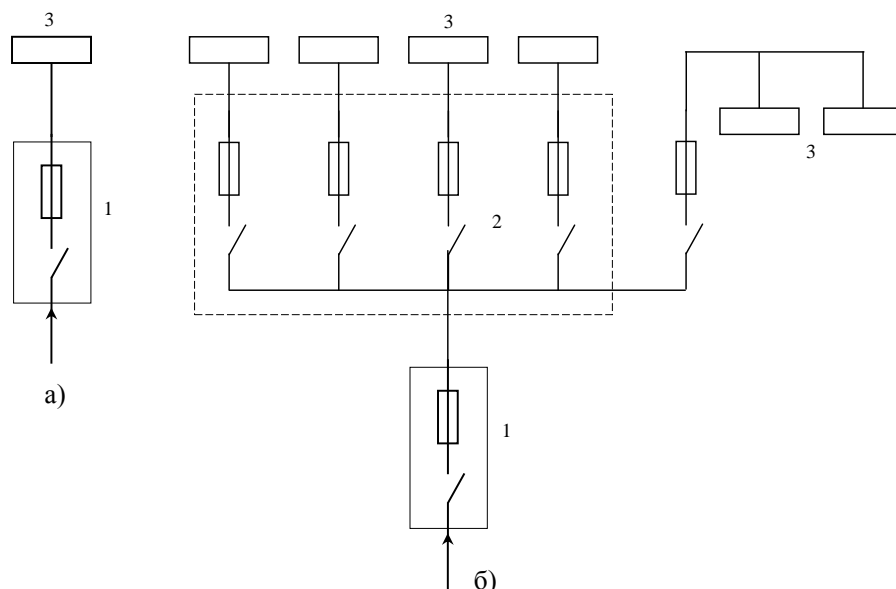


Рисунок 3.7 - Схема живлення групових щитків: 1 - ввідний ящик; 2 - магістральний щиток; 3 - груповий щиток.

Можливий також випадок, коли від одного щитка відходять групові лінії до інших щитків або до освітлювальних шинопроводів.

Ця різноманітність схем може бути здійснена з допомогою стандартних групових щитків певних серій і виконань в залежності від категорії оточуючого середовища. Типи і серії таких щитків приводяться в довідковій літературі.

Залежно від конструкції і виконання освітлювальної мережі застосовуються ті чи інші виконання щитків і щитів, які можуть встановлюватися на стіни, металеві конструкції, в стінових нішах.

Деякі типи щитків мають автоматичні вимикачі, другі – плавкі запобіжники.

У високих промислових приміщеннях застосовуються для влаштування електричного освітлення шинопроводи.

Групові лінії, що виконані освітлювальними шинопроводами, зручні в експлуатації, особливо у випадку зміни технологічного процесу, який викликає перестановку технологічного обладнання і освітлювальних приладів. Такі шинопроводи призначені для виконання трифазних мереж освітлення з нульовим робочим проводом переважно у виробничих приміщеннях. Наприклад, шинопровід серії ШОС-6743 розрахований на напругу до 500 В з номінальним струмом до 25 А. Відгалуження від шинопроводу виконується штепсельними з'єднувачами на струм 10 А. Номінальний струм штепселя 10 А. Максимальна віддаль між точками кріплення не менше 3 м.

Шинопровід збирається із окремих секцій довжиною до 6 м. Прямі секції шинопроводів складаються із сталюого короба, в якому розміщені чотири ізольованих мідних провoda (три фази і один нульовий). Проводи мають однаковий переріз.

ЩИТКИ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Основною особливістю електричних мереж житлових приміщень є необхідність індивідуального обліку електроенергії. Нормами передбачено в кожній квартирі дві групові лінії на 15 А і одна для під'єднання електроплити і потужних побутових приладів на 25 А. При установці в квартирі електроплити потужністю 8 кВт, ця група виконується на 40 А.

Лічильники і групові автоматичні вимикачі або запобіжники можуть встановлюватися безпосередньо в квартирі або на сходовій площадці, тому відповідно щитки випускаються різних конструкцій.

За умовами безпеки обслуговування лічильників і всього щитка при скритій установці щитка (в коридорі) або при безпосередньому під'єднанні його до магістралі (стояка) на вводі встановлюються двохполюсні вимикачі або запобіжники. При відкритій установці квартирної щитка і живленні його від стороннього щитка з апаратами захисту вводу в квартири установка ввідного вимикача не вимагається. В нових будинках застосовуються щитки з лічильниками, які встановлюються на сходових площадках.

В такому щитку передбачені виводи для під'єднання до магістралі і комплекти відгалужень на квартири. В комплект щитка входять: двохполюсний вимикач, розміщений перед лічильником, однофазний лічильник і автоматичний вимикач групових ліній квартири по одному на групу. Автоматичні вимикачі встановлюються на фазних провodaх, а нульові провodi під'єднуються безпосередньо до виводів нульової шини щитка. Щиток встановлюється на сходовій площадці в стандартній ніші, що передбачена будівельними кресленнями.

Передня стінка щитка відкривається на шарнірах для проведення обслуговування електромонтерами експлуатації. Тут передбачені засув, який захищає щиток від доступу до нього випадкових осіб. У верхній частині

передньої стінки щитка є малі дверцята, які служать для доступу жильців до групових автоматичних вимикачів і для можливості їх повторного включення.

Для зняття показників споживання електроенергії є отвори, які закриті склом. Випускаються також щитки з додатковим відділенням для слабострумових пристроїв (телефон, радіотрансляція, телевізійний кабель).

Крім квартирних і поверхових щитків, які обслуговують безпосередньо квартири в житлових будинках, в громадських і виробничих приміщеннях широко застосовуються щитки з понижувальними трансформаторами для живлення мереж місцевого освітлення на робочу напругу 12 або 36 В.

ЛЕКЦІЯ 6

МОНТАЖ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Загальні відомості і визначення

Залежно від способу і місця прокладки, а також від типу провідникових матеріалів освітлювальні мережі діляться на:

- електропроводки;
- повітряні і кабельні лінії.

Електропроводки – це сукупність проводів і неброньованих кабелів (перерізом до 16 мм^2) з відповідними підтримувачами і захисними конструкціями:

- скобами;
- кронштейнами;
- трубами.

Зовнішня електропроводка – це проводка, яка прокладена по зовнішнім стінам приміщень, між ними (перекидка), під навісами, а також на ізолюючих опорах із 3-4 прольотами до 25 м кожний поза вулицями, дорогами і т.п.

Зовнішня проводка, яка проходить по вулицям, дорогам і площам, що виконана проводом, прикріпленням при допомозі ізоляторів і арматури до опор або кронштейнів інженерних споруд, називається повітряною лінією.

Кабельна лінія – це лінія, яка складається із одного або декількох кабелів із з'єднувальними відгалуджувальними і кінцевими муфтами і кріпильними деталями, прокладається в земляні канали і подібні споруди.

За способом виконання електропроводки діляться на два види:

- відкрита;
- закрита.

Закрита проводка прокладається в конструктивних елементах приміщень (стіни, стеля, підлога, перекриття і т.п.)

Відкрита проводка прокладається по поверхням стін і стелі, балкам та іншим конструкціям.

Відкрита електропроводка може виконуватися:

- стаціонарною;
- пересувною;
- переносною.

Закрита електропроводка може бути:

- змінною;
- незмінною;

Змінною називають проводку, що виконана таким способом, який дозволяє заміну проводів у процесі експлуатації без порушення будівельних конструкцій. Змінні проводки виконуються в різних трубах, а також у каналах будівельних конструкцій.

Незмінною називають таку проводку, яка у процесі експлуатації не може бути демонтована і замінена новою (без проведення капітального ремонту).

Електромонтажною організацією в залежності від об'єму та виду робіт, монтаж може виконуватися безпосередньо на об'єкті (тобто в монтажній зоні), або у спеціалізованих майстернях монтажно-заготівельних участків (МЗУ) (там здійснюється заготовка проводів і джгутів стандартних довжин). Такі заготовки, як правило, широко застосовуються при монтажі світлових і силових проводок стандартних житлових будинків.

Приступаючи до монтажу, відділи підготовки електромонтажних організацій знайомляться з проектом, проводять обміри приміщень, визначають види і об'єми робіт, які можуть бути виконані в майстернях. Це дозволяє розпочати підготовчі роботи:

- виготовлення трубних заготовок;
- збирання по кресленням електроконструкцій;
- зарядку світильників вивідними проводами;
- збирання секцій монтажних коробів з прокладанням проводів і відгалужувальних затискачів.

Після того в монтажній зоні проводиться розмітка, диropsобивання, кріпильні роботи, роботи по з'єднанню елементів проводок, зібраних у майстернях.

Таку організацію електромонтажних робіт називають індустріальною. Вона сприяє тому, що більша частина трудомістких робіт (операцій) виконується в умовах механізованих майстерень із застосуванням виробів заводського виготовлення. Індустріальні методи монтажу дозволяють знижувати строки і вартість робіт, а також підвищувати їх якість. Виконання значної частини підготівельних монтажних робіт у майстернях сприяє зниженню травматизму завдяки сприятливішим умовам праці.

Підготовка трас електропроводок проводиться після приймання приміщень у будівельників, які повинні виконати основні будівельні роботи, а також передбачити у відповідності з проектом різноманітні отвори, ніші, і т.д. для прокладки мереж і кріплення електроконструкцій, апаратів і установочних пристроїв. Розміри і місце розміщення отворів повинні відповідати проекту. Отвори повинні бути гладкими, без напливів цементу, оштукатурені або затерті розчином гіпсу або цементу.

У мережах електричного освітлення через дефіцит міді, як правило, застосовуються проводи і кабелі з алюмінієвими жилами. Проводам і кабелям із мідними жилами в освітлювальних установках відведена лише така область застосування:

- вибухонебезпечні приміщення класів ВІ і ВІа;
- приміщення з хімічно активним середовищем, яке більш агресивне до алюмінію, ніж до міді;
- на кранах (при перерізі жил до 60 мм²);
- на кранах для транспортування рідкого або гарячого металу (незалежно від перерізу жил);
- для сцени, арени, естради, кіноапаратів, світлопроекторів;
- для стаціонарних акумуляторів;
- для видовищних залів з числом місць 800 і більше;

- на горищах при відкритій проводці;
- для зарядки світильників;
- для живлення ручних і переносних світильників.

ОСНОВНІ СПОСОБИ МОНТАЖУ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Електропроводки ізольованим проводом на ізоляторах рекомендується застосовувати у зовнішніх установках і в промислових приміщеннях при прокладці мереж освітлення в напрямку поперек металевих і залізобетонних ферм. Для пожежонебезпечних приміщень прокладка проводів на ізолятори дозволяється, якщо вони віддалені від місць скупчення горючих матеріалів на нормовану відстань і не піддаються механічному впливу по своєму розміщенні.

Для кріплення проводів мережі використовуються стандартні опорні ізолятори типів ТФ, ШЛН або троллейбусні №2840. При установці ізоляторів ТФ і ШЛН на крюках, штирях і якорях спіднички ізоляторів повинні бути повернуті вниз. Проводи прив'язуються до ізоляторів сталієм оцинкованим дротом. Заводами спецмонтажу випускаються комплектні монтажні вироби для встановлення світильників разом із траверсою й ізоляторами. Ці вироби використовуються при прокладці мереж поперек металевих і залізобетонних ферм промислових приміщень. Відгалуження до світильників здійснюється за допомогою стискання без розрізу проводів мережі живлення. Віддаль між такими точками кріплення проводів і їх переріз вибирають залежно від кроку ферм і матеріалу жили проводу:

віддаль між точками кріплення, м	мінімальний переріз проводів, мм ²	
	з мідними жилами	з алюмінієвими жилами
до 6	2,5	4,0
до 12	4,0	10,0
до 25	6,0	16,0

Найменша віддаль між осями проводів, прокладених на ізоляторах:

до 25 мм² — 70 мм;
 50 мм² — 100 мм;
 70 мм² — 150 мм.

В сільськогосподарських виробничих приміщеннях при прокладці мереж на ізоляторах по стінах і стелі допускається прокладка алюмінієвих проводів перерізом 2,5 мм² при довжині прольоту 1,5 м.

Тросова електропроводка є дуже поширеною у виробничих приміщеннях промислових будівель і у сільськогосподарських будівлях.

Електропроводки виконуються тросовими проводами з несучим тросом, який заключений в загальну ізолюючу оболонку разом з електроведучими жилами. Це провід марки АРТ для промислових приміщень з нормальними умовами оточуючого середовища.

Провід марки АВТС використовують для вологих і сирих сільськогосподарських приміщень і інших споруд.

Провід марки АВТ — для зовнішніх мереж і введів в житлові будинки, господарські будівлі.

Для тросових електропроводок можна також використовувати проводи марок АПР, АПВ, АПРВ і кабелі марок АВРГ, АНРГ, АВВГ.

Кріплення проводів до зовнішнього несучого троса (катанки) здійснюється за допомогою ізоляційних підвісок-кліщ (типів У930 – У934), а кабелів – з допомогою підвісок (типів У954 – У959). Віддалі між точками кріплення проводів до троса повинні бути не більше 1,5 м, кабелів – не більше 0,5 м.

Відгалуження до світильників при електропроводах, виконаних тросовим проводом, проводами і кабелями, закріпленими на несучому зовнішньому тросі (катанці), виконується в стандартних відгалуджувальних коробках У230 і У235 при перерізі проводів і кабелів 4-10 мм² і в коробках У231 і У246 – при перерізі 16–35 мм².

При прокладці проводів і кабелів на зовнішньому несучому тросі, сталевий трос повинен бути в натягнутому стані до мінімально можливої стріли провису, але в межах, що забезпечують достатній запас міцності троса. Цій вимозі при віддаль між вертикальними підвісками троса 6 і 12 м задовольняють стріли підвісу відповідно 100-150 мм і 200-250 мм.

Для зовнішнього троса використовують канати діаметром 3-6,5 мм, що сплетені із сталевих оцинкованих дротин, або сталеві оцинковані чи з лакофарбним покриттям катанки діаметром від 5 до 8 мм.

Для натягування сталевих канатів або катанок застосовуються натяжні муфти (талрепи), які встановлюються на одному з кінців троса, і анкери для кінцевого кріплення троса до елементів приміщення.

Занулення троса виконується гнучкою мідною перемичкою, що з'єднує в середині коробки нульовий провід з тросом зовні коробки з допомогою відгалуджувальних стискачів. Можливий і другий спосіб занулення троса — це під'єднання вільного кінця петлі або гнучкої перемички троса, яка приварюється, до шини контура заземлення. На нульовому проводі в середині коробки встановлюється відгалуджувальний затискач, через який виконується занулення коробки. Під гвинт коробки заводиться петлею провід занулення світильника і фіксується гвинтом з шайбою-зіркою.

Відкриті і скриті електропроводки плоским проводом марок АППВ, АППВС, ППВ, ППВС і АПН застосовують в сухих і сирих виробничих, житлових, громадських та інших приміщеннях.

Відкрита прокладка плоских проводів виконується безпосередньо по стінках, перегородках і перекриттях, по шару сухої або мокрої штукатурки, по негорючих стінах і перегородках, обклеєних шпалерами, безпосередньо поверх шпалер або під ними, на цвяхах або на клею.

Відкрита прокладка плоских проводів по горючим поверхням не допускається.

Можлива така прокладка, при крайній потребі, по шару листового азбесту на цвяхах або на клею.

Закрита (скрита) незмінна проводка плоских проводів проводиться такими методами:

- 1) по негорючих стінах і перегородках, які підлягають оштукатурюванню або затиранню борозд прокладки проводів;
- 2) по негорючих стінах і перегородках, які покриті сухою штукатуркою, в товщі стіни або перегородки в борозді, що заштукатурюється, під шаром листового азбесту або в шарі гіпсового накиду;
- 3) по горючих стінах і перегородках, які покриваються мокрою штукатуркою, під шаром штукатурки з прокладкою під проводи листового азбесту товщиною не менше 3 мм, або по накиду штукатурки не менше 5 мм. Азбест або накид штукатурки повинен виступати не менше, ніж на 5 мм з кожної сторони провода і лягати поверх дранки, або дранка повинна вирізатися на ширину шару азбесту або накиду штукатурки;
- 4) по горючим стінам і перегородкам, які покриваються сухою штукатуркою — в зазорі між стіною і цією штукатуркою, у суцільному шарі гіпсового накиду або між двома шарами листового азбесту товщиною не менше 3 мм. Шар азбесту або гіпсового накиду повинен виступати з обох сторін проводки не менше як на 5 мм;
- 5) під шаром сухої штукатурки стелі, перекритої негорючими плитами;
- 6) в зазорі між збірними залізобетонними плитами з наступним заробленням зазорів гіпсовим розчином;
- 7) у борознах, які спеціально залишені у залізобетонних великогабаритних плитах, з наступним заробленням борозен гіпсовим розчином;
- 8) у пустотах залізобетонних плит перекриття, у вертикальних каналах стінових блоків і панелей, а також у спеціальних каналах, утворених при виготовленні конструкцій на заводах будіндустрії;
- 9) шляхом замонолічування проводів у будівельні конструкції при їх виготовленні на заводах будіндустрії;
- 10) поверх негорючих плит перекриття під чистою підлогою наступного поверху, в тому числі в межах горища, поверх перекриття верхнього поверху під шаром цементного або гіпсового накиду товщиною 10 мм;
- 11) під мокрою штукатуркою стелі горішнього перекриття з прокладкою між проводами і перекриттям азбесту або гіпсового накиду штукатурки товщиною не менше 5 мм; при сухій штукатурці проводи вкладаються між двома шарами азбесту або в суцільному шарі гіпсового накиду товщиною не менше 5 мм.

Горизонтальна прокладка плоских проводів по стінах повинна виконуватися паралельними лініями до стелі на віддалі 100-200 мм від стелі або 50-100 мм від карнізу чи балки.

Проводи, що живлять штепсельні розетки, треба прокладати по горизонтальній лінії, що з'єднує розетки (Цих рекомендацій слід дотримуватися особливо в житлових будинках, тому що під час експлуатації при вбиванні в стіну гачків для кріплення побутових предметів можна пошкодити проводку).

Проводи по перекриттях повинні прокладатися по найкоротшій віддалі між коробками і світильниками.

Відгалуження і з'єднання проводів в коробках здійснюється зварюванням, опресовуванням або паянням.

Відгалуження і під'єднання закрипрокладених проводів повинно здійснюватися із запасом проводів по довжині не менше 50 мм.

Для відкритих проводок використовуються коробки із амінопласту типу У419 і У420, а для закритих — У197 і У198 (стальні) і У191, У192, У194 (пластмасові).

Для установки вимикачів і штепсельних розеток при скритій проводці використовуються також спеціальні коробки.

Прокладка проводів у відкрито- і скрипрокладених пластмасових (вініпластових і поліетиленових) трубах застосовується в промислових, адміністративних і громадських приміщеннях.

Пластмасові труби з умовним проходом від 15 мм до 50 мм дозволяється використовувати в якості захисної оболонки від механічних пошкоджень:

- у зовнішніх електоропроводах;
- у сухих, вологих, сирих, особливо сирих і заплених приміщеннях;
- у приміщеннях з хімічно активним середовищем;
- для захисту кабелів в агресивному ґрунті.

Пластикові труби бувають двох видів:

- 1 — вініпластові;
- 2 — поліетеленові.

Вініпластові застосовуються як для відкритих, так і для закритих електропроводок, а поліетеленові — тільки закритої електропроводки, тому що вони під дією сонячної радіації руйнуються.

Для відкритої електропроводки вініпластові труби прокладаються безпосередньо по негорючих і трудногорючих поверхнях, а для закритої — по негорючих і трудногорючих поверхнях і конструкціях безпосередньо, а по горючих — по шару листового азбесту товщиною не менше 3 мм або шару накиду штукатурки не менше 5 мм з наступним покриттям труби шаром штукатурки товщиною не менше 10 мм.

При відкритій проводці, а також при закритій, яка проходить близько поверхні (під штукатуркою), потрібно застосовувати труби легкого типу, а при закритій прокладці у товщі підлоги і фундаментів обладнання — труби середнього типу, тобто з більшою товщиною стінки.

МОНТАЖ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Монтаж світильників

У світлових установках промислових, адміністративних і житлових приміщень використовується різноманітне світлотехнічне електрообладнання в т.ч. і освітлювальна арматура з джерелами світла різних типів, апарати низької напруги і електроустановчі вироби.

Освітлювальна арматура для ЛР і ГЛВТ має просту конструкцію і невелику масу у порівнянні з освітлювальною арматурою для ЛЛ. У відповідності до зміни конструкції світильників змінюються і методи їх монтажу. Методи монтажу можуть бути такими:

1. Підвіска на крюк або шпильку.
2. Нагвинчування на стальну трубу.
3. Підвіска на кронштейні, підвісі або стійці.
4. Установка на монтажному профілі.
5. Установка на коробі.
6. Установка на шинопроводі.
7. Підвіска на тросу або тросовому провіднику.
8. Установка в проїмі перекриття.
9. Закріплення в отворі підвісної стелі.
10. Підвіска до стелі.
11. Підвіска до стіни.

Методи 2,3,4,5,6 і 7 застосовуються переважно для відкритої проводки, методи 9,10 і 11 — при скритій, а методи 1 і 8 знаходять застосування при будь-якому методі прокладки електричної мережі.

Розглянемо коротко ці методи.

Підвіска на крюк або шпильку. Цей вид кріплення застосовується при відносно легких по масі світильників вагою до 10 кг. Бажано при цьому застосовувати крюки і шпильки заводського виконання.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки, які обслуговуються некваліфікованими працівниками (квартири, житлові кімнати гуртожитків, невеликі громадські приміщення), світильники не заземлюються. В зв'язку з цим крюки, що встановлюються в залізобетонних стелях, повинні бути ізольовані. Приспособа для підвісу світильника повинна мати ізолююче кільце. Виконання цих вимог запобігає випадковому з'єднанню металевих неструмоведучих частин світильника з заземленою металевою арматурою залізобетонних плит або стальними трубами електропроводок. Світильники за допомогою кільця навішуються на крюк.

Для декоративного оформлення місця підвіски світильника застосовується стельова розетка, в середині якої розміщують люстровий затискач (клемну колодку) для під'єднання до мережі. Після підвіски світильника і під'єднання зарядних провідників і провідників мережі до люстрового затискача, розетка притискається до стелі.

За допомогою шпильки кріпляться настінні, стельові і підвісні світильники, які мають не кільце для підвісу, а скобу з отворами. Отвори можуть бути і в днищі корпусу світильника. Підвіска складних багатолампових люстр у високих приміщеннях громадських будівель проводиться до несучих конструкцій перекриття або до будівельних конструкцій горищ. При підвісці до перекриття штанга люстри з привареною до неї скобою пропускається через отвір у перекритті і шплінтується протягнутим через скобу відрізком балки, швелера або труби великого діаметру. Додаткове страхування здійснюється за допомогою сталюго троса, надійно прикріпленого до штанги або корпусу люстри. У деяких випадках обслуговування люстр проводиться шляхом її опускання на тросі до рівня підлоги. Опускання і підйом люстри може здійснюватися лебідкою, встановленою на горищі освітлювального приміщення. Елементи кріплення люстри розраховуються на її п'ятикратну масу плюс додатково 80 кг (враховується можливість спирання або зависання робочого при її обслуговуванні).

Приєднання люстри до мережі живлення здійснюється за допомогою клемника або штепсельного з'єднання, встановленого на горищі. Інколи може застосовуватися спосіб, коли для обслуговування люстра опускається до рівня підлоги. Тоді живлення здійснюється гнучким шнуром або кабелем. Для цього випадку на валу лебідки встановлюється додатковий барабан з пристроєм для намотки кабеля.

Нагвинчування на сталюу трубу. Цей метод застосовують у світлотехнічних установках вибухонебезпечних приміщень, де електрична мережа живлення виконується в трубах.

Установка світильників на кронштейнах, підвісі і стійці. Кріплення світильників на стійках, колонах і фермах може здійснюватися з допомогою кронштейнів. При цьому слід використовувати кронштейни заводського виготовлення. Кріплення кронштейнів на стінах і колонах проводиться за допомогою дюбелів або приваренням. Проводи мережі живлення прокладають в кронштейнах і з'єднують із зарядними проводами у ввідній коробці світильника.

Для встановлення світильника на огорожах цехових світлотехнічних містків застосовуються кронштейни, які допускають поворот світильника. Кронштейни комплектуються штепсельними розйомами, розетка яких приєднується до мережі живлення. Такий штепсельний розйом дозволяє проводити обслуговування окремого світильника лінії без відключення сусідніх. До огорожі містків кронштейни прикріплюються за допомогою зварювання. Існує і цілий ряд інших методів і видів підвіски світильників на кронштейнах.

Установка світильників на монтажному профілі. При виконанні електричної мережі кабелем цей вид установки є зручним, забезпечує одночасно і жорстке кріплення світильників до будівельної основи, і прокладку кабелю на ділянці спуску до світильника. Кабель прив'язується до профілю монтажною стрічкою з ізоляційного матеріалу. Монтажні профілі закладаються

в шви між плитами перекриття при будівництві або приварюються до металоконструкцій.

Установка на коробі. Найбільш вдосконалим методом монтажу світильників з люмінесцентними лампами у виробничих приміщеннях є установка на освітлювальних шинопроводах і на магістральних освітлювальних коробах. Загнуті в середину краї короба утворюють два канали, в яких прокладаються проводи, які живлять світильники. Проводи робочого і аварійного освітлення прокладають в різних каналах короба. Комплектно з коробами (типу КЛ) поставляються тримачі світильників, які дозволяють робити переміщення вздовж короба і встановлювати світильник у бажаному місці. Місця розриву між сусідніми світильниками закривають знімною кришкою. Наявні в коробі підвіски дозволяють опускати світильник в положення, зручне для обслуговування.

Установка на шинопроводи. Світильники можуть підвішуватися до освітлювальних шинопроводів з допомогою хомутів.

Кріплення світильників на тросі. При монтажі світильників з ЛР на тросах виконуються тросові підвіски з обіймами для встановлення світильників із скобою. Якщо тросова проводка виконується кабелями марок АВВГ, АВРГ і ін., то світильник підвішується на крюк, який кріпиться до металевої пластини, на якій встановлена відгалуджувальна коробка.

Монтаж світильників місцевого освітлення. При встановленні світильників місцевого освітлення на опорній площині (столі, верстаті), вони закріплюються на ній гвинтами або за допомогою струбцин із стопорним гвинтом. Для встановлення світильників, які не мають кронштейнів, можуть бути використані кронштейни заводського виготовлення.

Монтаж світильників зовнішнього освітлення. Установка світильників зовнішнього освітлення здійснюється шляхом їх підвісу на кронштейни опор або троса. Вінчасті і консольні світильники надіваються на оголів'я опор і на кронштейни та закріплюються гвинтами (СКЗР–250, СКЗПР–400, СВР–125 тощо).

Монтаж світильників при скритій проводці. Незалежно від способу виконання скритої проводки, у місцях розгалуження мережі до світильників, вимикачів і розеток, під останні встановлюються металеві або пластмасові коробки. Коробки використовуються для розміщення відгалуджувальних проводів до світильника, а в ряді випадків і для кріплення світильника. В цьому випадку до коробки приварюється планка з різьбовими отворами, болтами і т.п. в залежності від конструкції вузла кріплення світильника. Аналогічним чином кріпляться і настінні світильники.

У багатьох випадках застосовуються підвісні стелі, які знижують висоту приміщення. У цих випадках вмонтовують освітлювальну арматуру в отвори підвісної стелі так, щоб в приміщення виступала невелика частина світильника. Для розміщення світильників в підвісній стелі передбачаються отвори необхідної форми, які можуть бути оформлені металевим профілем із кутника, полоси і т.д. Світильники для вмонтування мають приспособи для закріплення в отворі підвісної стелі. Освітлювальна електрична мережа у технічній полосі

підвісної стелі виконується ізольованим проводом, який прокладається в негорючих трубах (сталюх або вініпластових). Труби прокладаються до влаштування підвісної стелі або одночасно з нею. Вони кріпляться до закладних елементів або каркасу підвісної стелі. Біля кожного отвору для світильника встановлюється відгалуджувальна коробка (металева або пластмасова) з глухою кришкою. У деяких випадках, наприклад для ОП з ЛЛ, монтується неперервна лінія; тоді встановлюють одну коробку на два світильника. Під'єднання світильників до мережі здійснюється гнучким мідним проводом, закладеним у металорукав. Металорукав з'єднує корпус світильника з відгалуджувальною коробкою, в якій проводиться з'єднання проводів. Довжина металорукава для світильників з ЛР повинна бути 600...700 мм., а для світильників з ЛЛ — 800...1200 мм. Якщо стеля виконана із негорючого матеріалу, то на ділянці від коробки до світильника допускається використання кабелю КРПТ, який не заключений в металорукав.

Застосування підвісних стель дозволяє здійснювати в приміщенні різноманітні прийоми архітектурного освітлення. До них відносять, наприклад, світні елементи, які розміщені в площині стелі: лінії, полоси, різні геометричні фігури, повністю світні стелі.

Монтаж прожекторів

Прожектори встановлюються переважно групами на прожекторних щоглах, вишках, дахах приміщень або на спеціальних площадках. Кріплення прожекторів здійснюється болтами до металевих конструкцій. Основи прожекторів мають спеціальні отвори для кріплення.

Прожектори можуть розміщатися в декілька рядів по вертикалі і горизонталі. Віддаль між сусідніми прожекторами в осях повинна бути не менше 700...1000 мм. Прожекторні площадки огорожуються перилами висотою 1,0 м. В основі прожекторної щогли встановлюються ящики з апаратами захисту і керування. По щоглі електрична проводка виконується проводом марки АПВ в сталій трубі.

Блоки керування, які встановлюються на площадці щогли, повинні мати водозахисне виконання, щоб запобігти попаданню в них атмосферних опадів.

Прожектори з ЛР типу ПЗС і ПСМ перед їх установкою повинні бути відфокусовані, тому що положення нитки розжарення в лампах загального призначення, що застосовуються в цих прожекторах, мають значний технологічний допуск до ± 8 мм. Тому при встановленні таких ламп потрібно виставити тіло розжарювання в фокусі відбивача. При фокусуванні прожектор встановлюють перед світлою стіною приміщення на віддалі 20...25 м від неї так, щоб площа вихідного отвору була паралельна стіні. Вмикаючи лампи прожекторів і пересуваючи їх за допомогою фокусуючого пристрою, добиваються щоб пляма світлового потоку стала рівномірною і мала мінімальний розмір, після чого фокусний пристрій закріплюють.

Після встановлення прожекторів на щоглі проводять регулювання кутів їх нахилу і повороту у відповідності із світлотехнічним проектом. Для цього на прожекторах передбачені спеціальні лімби, за допомогою яких можна

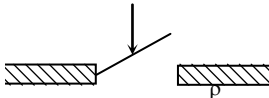
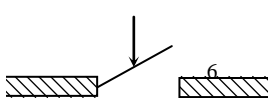
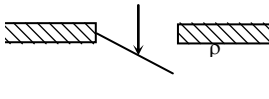
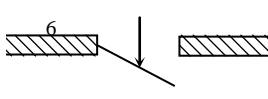
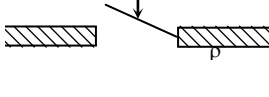
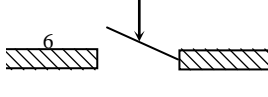
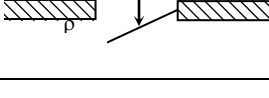
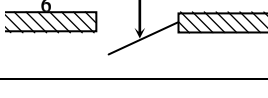
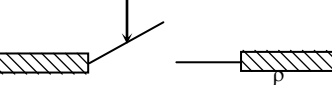
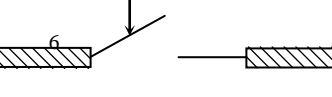
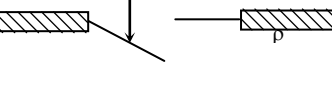
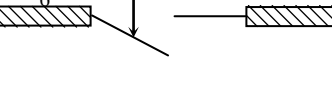
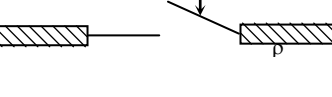



здійснювати їх повороти на задану кількість градусів нахилу і повороту. У випадку відсутності на прожекторах спеціальних лімбів можна користуватися шаблонами. Для цього виготовляють лімб-транспорт великого розміру, вирізаний із металу або картону, з нанесеними поділками в градусах. Базисна лінія початку повороту прожектора у горизонтальній площині вказується в проекті. Якщо база орієнтована на одну із сторін світу, то її визначають за компасом. Спочатку здійснюють поворот прожектора у горизонтальній площині, після чого встановлюють заданий кут нахилу.

МОНТАЖ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОЧНИХ ПРИЛАДІВ І ЩИТІВ

У двопровідних лініях чотири провідних систем із глухозаземленою нейтраллю (380/220 В і 220/127 В) вимикач встановлюється в розсічку фазного (а не нульового) проводу. Висота установки вимикача складає:

- 1,5 м від рівня підлоги для всіх приміщень;
- 1,8 м від рівня підлоги для шкіл і дошкільних закладів.

Вимикачі рекомендується встановлювати в середині приміщення на вході так, щоб вони не закривалися дверима, які відкриваються. Розміщення їх в залежності від типу і напрямлення відкривання дверей може бути таке:

Тип дверей	Установка вимикача і світильника	
	в одному приміщенні	в різних приміщеннях
Одностворчасті		
		
		
		
Двостворчасті		
		
		
		

Штепсельні розетки повинні встановлюватися на висоті 0,8 м від рівня підлоги, допускається скрита установка штепсельних розеток на висоті від

рівня підлоги 0,3 м і менше, але при цьому рекомендується застосовувати розетки із захисними пристроями, які закривають гнізда самих розеток при вийманні вилок електроприладів.

У школах і дитячих закладах штепсельні розетки повинні встановлюватися на висоті 1,5 м від рівня підлоги.

Штепсельні розетки повинні бути віддалені від заземлених частин (прилади опалення, трубопроводи, плити газові або електричні, раковини і т.п.) на відстань не менше 0,5 м, виходячи із можливості небезпеки дотику людини до струмоведучих і заземлених частин приміщення.

Вимикачі і штепсельні розетки захищеного виконання при відкритій проводці повинні встановлюватися на дерев'яній або пластмасовій підкладці (розетці) діаметром 55-60 мм і товщиною не менше 10 мм.

Монтажна операція по відкритій установці вимикачів і штепсельних розеток захищеного виконання проводять в такій послідовності:

1. встановити на стіні розетку (підкладку);
2. зняти кришку вимикача (штепсельної розетки);
3. прикріпити шурупами основу вимикача (штепсельної розетки) до розетки (підкладки);
4. під'єднати кінці проводів мережі до контактних затискачів вимикача (штепсельної розетки);
5. виламати плівку, яка закриває паз на краю кришки для забезпечення пропускання проводів мережі і встановити кришку на вимикач (штепсельну розетку).

Вимикачі і штепсельні розетки брызкозахищеного виконання можуть кріпитися безпосередньо на стіні або на спеціальній скобі. Ввід проводів (або кабеля) через сальникові ущільнювачі апаратів бажано виконувати знизу.

Операція із встановлення комутаційних апаратів проводиться в такій послідовності:

1. апарат кріпиться до стіни за допомогою двох дюбелів (або двома гвинтами до скоби);
2. знімається кришка і виймається основа;
3. проводи (або кабель) вводяться в корпус апарата через сальниковий ввід;
4. встановлюється основа, жили проводів (кабеля) під'єднуються до контактних затискачів;
5. загвинчується втулка сальника до повного обтискання проводів (кабеля);
6. вдівається і пригвинчується кришка.

Скрита установка вимикачів і штепсельних розеток здійснюється у коробках діаметром 70 мм, які замонолічені в стіну за допомогою розпірних лапок. Розпірна скоба забезпечує установку на ній апаратів з різною висотою основи, для чого є дві установочні лапки, які регулюють висоту установки виробу. Кріплення апаратів на розпірній скобі можливе як до, так і після установки розпірної скоби в гніздо.

Монтаж апаратів в коробках або на розпирній скобі проводиться із знятими декоративними кришками із попередньо під'єднаними до їх контактних затискачів проводами. Після закріплення апаратів надіваються декоративні кришки.

В даний час промисловість випускає малогабаритні вимикачі і штепсельні розетки для скритої установки, які легко і зручно монтуються на спеціальній монтажній пластині відповідно з одним, двома або трьома вікнами. Після під'єднання проводів електричної мережі до затискачів апаратів монтажна пластина пригвинчується до коробки, яка встановлюється в стіні. Після цього до монтажної пластини пригвинчується декоративна кришка.

Слід пам'ятати, що скрито прокладені провідники електричної мережі повинні мати у місцях під'єднання до контактних затискачів вимикачів і штепсельних розеток запас довжини не менше 50 мм (для зручності проведення ремонтних робіт в процесі експлуатації).

Монтаж розподільчих пунктів і щитів

Розподільчі пункти і щитки, які застосовуються в світлотехнічних установках, підрозділяються за видом установки на такі види:

1. навісні;
2. стоячі;
3. втоплені.

Відкрита установка навісних і стоячих пунктів застосовується на промислових об'єктах, тоді як скрита установка в стінових нішах утопленого виконання застосовується головним чином в освітлювальних установках громадських, адміністративних і житлових приміщень.

Пункти і щитки встановлюються так, щоб ввід у них ліній живлення і відхідних ліній був виконаний зверху або знизу і щоб площа дверей або фасадного листа були паралельні площині стіни і не виступали за її рівень.

Монтаж пунктів і щитів провадять в такій послідовності:

1. відкривають двері шафи (ящика) або знімається верхня і нижня кришки шафи (ящика), виймають каркас (шасі) із закріпленими на ньому ошиновкою і апаратами;
2. в кришках роблять отвори для вводу кабелів, проводів або труб, після чого кришки встановлюють на свої місця;
3. шафу (ящик) встановлюють на стіни або на другій основі.

Установка шафи (ящика) здійснюється наступним методом в залежності від конструкції пункту або щитка:

1. шафа (ящик) пункту або щитка навісного виконання лапками або через наявні в задній стінці отвори кріпиться до стіни за допомогою дюбелів або штирів; кріплення може здійснюватися також на колоні або на металевій конструкції;
2. шафа пункту стоячого виконання прикріплюється до підлоги чотирма штирями, для яких в середині шафи у її нижній частині передбачені чотири отвори;

3. шафа (ящик) пункту або щитка втопленого виконання кріпиться в стіновій ніші через отвори в задній стінці за допомогою дюбелів або штирів. Прив'язки і розміри ніш для установки щитків втопленого виконання передбачаються в проекті будівельної частини за завданням проектантів електричного освітлення. Нанесені на будівельні креслення ніші утворюються при кладці стін або на домобудівних комбінатах при виготовленні стінових блоків. Стінки ніші повинні бути оштукатурені. Поверхові і квартирні щитки рамкової конструкції без задніх і бокових стінок закріплюються в нішах за допомогою розпірних гвинтів з шипами;
4. в шафу (ящик) протягують проводи або кабелі живлячих і відхідних ліній;
5. встановлюють в шафу (ящик) каркас (шасі) з ошиновкою і апаратами, проводять розкладку проводів, при потребі зв'язують проводи лінії в джгути, проводять при потребі окінцювання проводів і приєднують проводи і кабелі до ввідних затискачів і до контактів апаратів в строгій відповідності зі схемою щитка;
6. на двері шафи (ящика) акуратно наносяться фарбою, яка не змивається, порядковий номер щитка у відповідності з електричною схемою об'єкту;
7. на внутрішній поверхні дверей шафи наклеюються схеми електричних з'єднань.

ВЛАШТУВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ МІСТ

Світлотехнічні установки в містах, селищах і сільських населених пунктах повинні забезпечувати не тільки вимоги безпеки руху транспорту і людей, але і бути гармонійною композицією вечірнього вигляду поселень.

В СУ міст потрібно визначити:

- 1) рекомендовані типи джерел світла і оптичних приладів;
- 2) розподілити їх по площам і вулицям міст;
- 3) визначити висоту їх розміщення відносно проїзної частини вулиць і площ;
- 4) вибрати висоту і конструкцію опор.

Проектування зовнішнього освітлення міст слід виконувати у відповідності з БН541-82 (Інструкція по проектуванню зовнішнього освітлення міст, селищ і населених пунктів).

В установках зовнішнього освітлення міст при середній яскравості покриття $0,4 \text{ кд/м}^2$ і вище і середній освітленості 4 лк і вище слід застосовувати газорозрядні джерела світла — переважно лампи ДРЛ, МГЛ і ДНаТ. У великих містах для освітлення площ використовуються ксенонові лампи типу ДКсТ. Лампи розжарювання застосовуються тільки в селищах та на міських вулицях місцевого значення.

Люмінесцентні лампи застосовують рідко, в основному в південних курортних містах, оскільки їх експлуатація в середній і північних кліматичних зонах утруднена тим, що ЛЛ при температурах нижче -5°C погано запалюються.

Транспортні й пішохідні тунелі освітлюють газорозрядними ДС, а пішохідні тунелі переважно ЛЛ типу ЛБ.

Освітлення транспортних тунелей рекомендується виконувати закритими світильниками, які мають захищене виконання від попадання в них води.

Для освітлення вулиць і доріг з нормованою яскравістю $0,4 \text{ кд/м}^2$ і вище або середньою освітленістю 4 лк застосовують світильники, які мають широкий або напівширокий світлорозподіл.

Освітлення алеї, пішохідних і прогулянкових доріжок виконують переважно віночними світильниками розсіяного або переважно прямого світла (рис.7.1,а). Широке розповсюдження знайшли світильники типу СВР з лампами ДРЛ потужністю 125 – 250 Вт.

Вузькі проїзди, тротуари і площадки, які розміщені біля приміщення, освітлюються світильниками, що встановлюються на стінках приміщень наприклад РБУ з лампою ДРЛ потужністю 125 ВТ (рис.7.1,б).

Світильники для освітлення вулиць кріпляться на спеціальних опорах, які виготовляються із сталі, алюмінію, залізобетону або дерева. На Україні в основному застосовуються залізобетонні опори. Сукупність опори, кронштейнів і світильників становить ліхтар вуличного освітлення (рис.7.1,в).

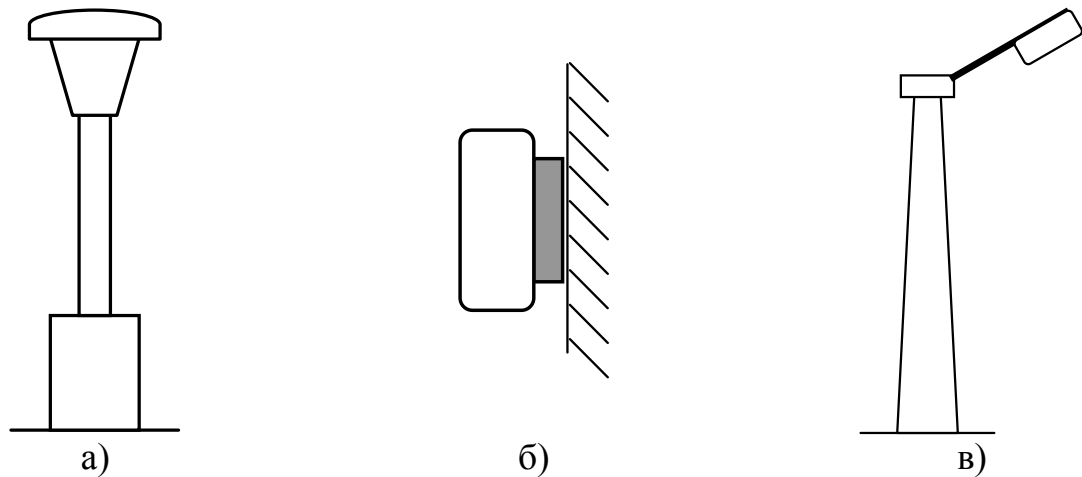


Рисунок 7.1 – Світильники для зовнішнього освітлення.

Вузькі вулиці (шириною до 20 м) з периметральною забудовою доцільно освітлювати приладами, які підвішені до тросів, а також прикріплюються до приміщення на кронштейнах. При вільній забудові житлових кварталів освітлення монтується на опорах.

Широко застосовуються ліхтарі, кронштейни яких мають перегин під кутом 15° і ця зігнута частина служить консоллю для кріплення світильника (допускається збільшення кута нахилу до 30° при ширині проїжджої частини більше 21 м і двохрядного розміщення світильників).

Типи опор світильників зовнішнього освітлення повинні застосовуватися у відповідності з технічними правилами з економного використання будівельних матеріалів при освітленні вулиць.

Розглянемо основні вимоги до розміщення опор, які висовуються вимогами БН541 – 82.

Відстань від лицевої грані бортового каменю (бордюру) до зовнішньої поверхні цоколя опори повинна бути не менше 0,6 м. Ця віддаль в середині житлових кварталів може бути зменшена до 0,3 м при відсутності автобусного або тролейбусного руху, а також руху важких вантажних машин.

Опори до перетину вулиць і доріг рекомендується встановлювати до початку заокруглень тротуарів і на відстані не ближче 1,5 м від різного роду в'їздів, не порушуючи єдиного методу лінії установки опор.

Над проїжджою частиною вулиць, доріг і площ світильники повинні встановлюватися на висоті не менше 6,5 м.

Висота підвісу ОП при розміщенні їх над контактною мережею трамваю повинна бути не менше 8 м від головки рейки і при розміщенні над контактною мережею тролейбуса – 9 м від рівня проїжджої частини.

В БН541–82 передбачено декілька оптимальних схем розміщення ОП на вулицях (рис.7.2).

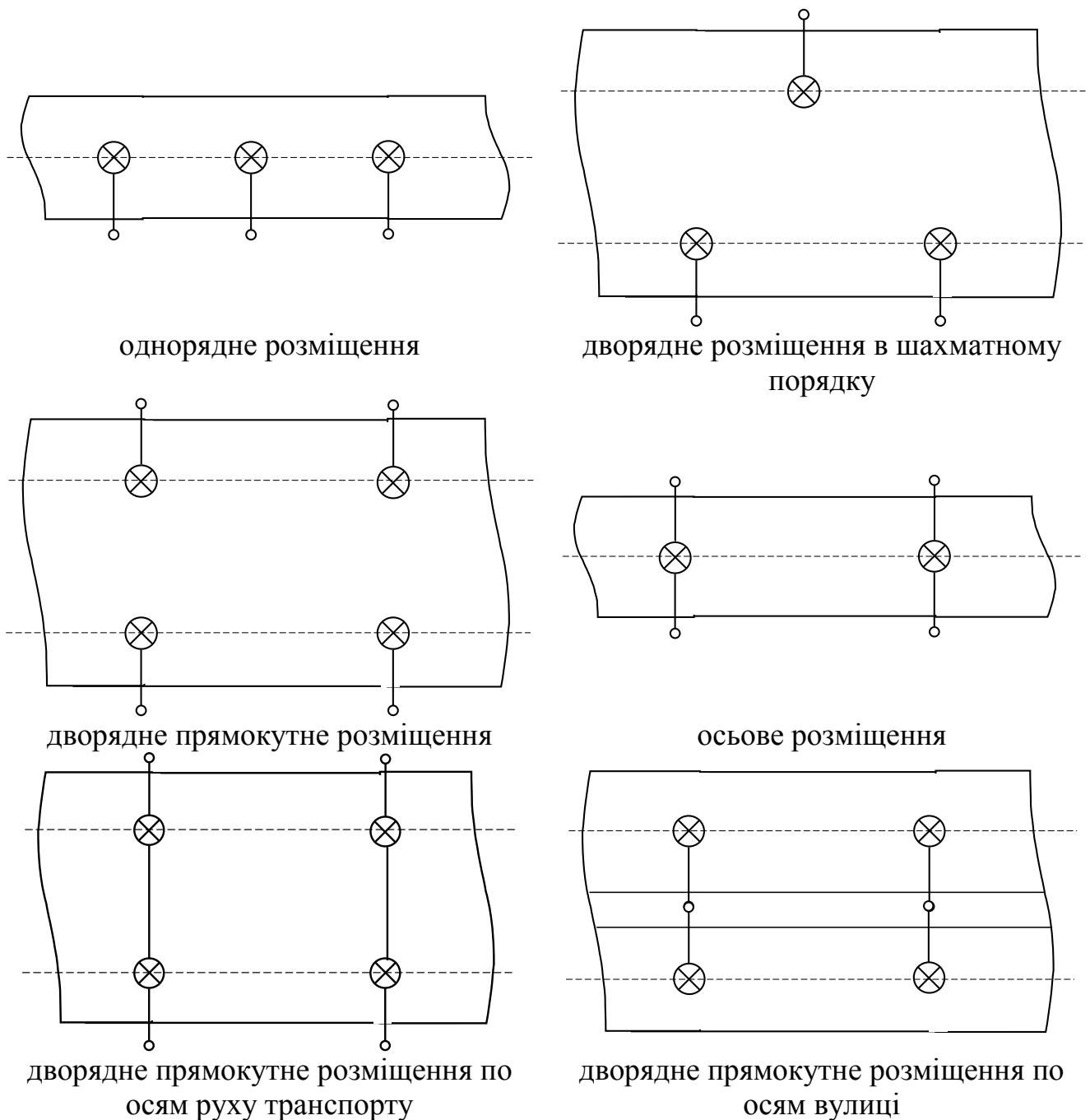


Рисунок 7.2 – Схеми розміщення світильників зовнішнього освітлення.

Схеми 1,2,3 і 6 відповідають випадкам установки ліхтарів, а 4 і 5 – підвісам ОП на тросах.

Відношення кроку ОП до висоти їх підвісу на вулицях і дорогах всіх категорій повинні бути не більше 5:1 при односторонньому осьовій і не більше 7:1 при шахматній схемі розміщення

На основі БН 541-82 розроблені “Типові рішення освітлення вулиць і доріг”, що дозволяє без трудомістких розрахунків визначити основні параметри ОУ вулиці і доріг міст та населених пунктів в залежності від норм яскравості і показника освітленості, а також оцінити і порівняти різні СУ при складанні

ТЕО архітектурно-планувальних і інженерних рішень. Вказані будівельні норми мають такі типові рішення:

- 1) схеми розміщення;
- 2) типи ОП і ДС;
- 3) рекомендовану висоту їх установки;
- 4) крок і число світильників (опор) на 1 км дороги;
- 5) встановлену потужність СУ на 1 км дороги, на 1 м^2 освітлюваної проїжджої частини дороги, а також встановлену потужність, приведену до яскравості 1 кд/м^2 нормованої середньої освітленості в залежності від ширини проїжджої частини.

Встановлена потужність СУ, віднесена до 1 м^2 проїжджої частини і одиниці норми освітлення дозволяє вибрати найбільш раціональні за витратою електроенергії ОП для створення норми середньої яскравості або освітленості.

Варіанти СУ установок вулиць і доріг розраховані для ширини дорожнього покриття, яке відповідає вимогам БНІП II –60–75 «Планування і забудова міст, селищ і сільських населених пунктів» для стандартних профілів доріг і вулиць з використанням вітчизняного промислового ОП: СКЗР2×250, РКУ–250, РКУ–400 і др.

В таблицях приведені рішення СУ для дорожнього покриття із гладкого і шорховатого асфальтобетону при нормованій яскравості $L_n=1,6\text{ кд/м}^2$.

Аналогічні таблиці побудовано і для других ОП. Нормовані рівні яскравості і освітленості, вказаних в цьому БНІПі — для дорожнього покриття із шорховатого асфальтобетону і багатьох других покриттів доріг, включаючи і найпростіші.

В розрахунках ОУ прийняті значення світлових потоків, які передбачені НТД на ДС. Висота установки і крок ОП розраховані для кожного значення норми з врахуванням рівномірності розподілу яскравості L_{max}/L_{min} або освітленості E_{max}/E_{min} і обмеження засліпленості.

Встановлена потужність СУ з РЛ розрахована з врахуванням втрат потужності в ПРА.

У вказівках з експлуатації установок зовнішнього освітлення міст, селищ і сільських населених пунктів є вимоги з підтримання технічно справного стану установок ЗО, при якому їх кількісні і якісні показники відповідають заданим нормативним вимогам по централізованому включенню і відключенню ЗО, раціональному використанню електроенергії і засобів, які виділяються на утримання установок, максимальної механізації обслуговування установок ЗО і підвищення продуктивності праці експлуатаційно ремонтного персоналу.

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІЛЮМІНАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ.
КІЛЬКІСНІ ПАРАМЕТРИ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ
ДО ОСВІТЛЕННЯ.**

Вечірнє штучне освітлення міських територій дуже важливе для населення. Правильно влаштоване освітлення сприяє безпеці руху транспорту і пішоходів на міських вулицях і площах; освітлення територій мікрорайонів дозволяє зручно користуватися внутрішньомікрорайонними тротуарами, проїздами і садами; освітлення міських парків, садів, бульварів і скверів створює сприятливі умови для прогулянок населення у вечірній час, а підсвітлювання зелених насаджень в поєднанні з добре обміркованим цікавим підбором дерев, кущів і квітів – красиві вечірні ландшафти. Крім забезпечення безпеки міського руху і елементарних зручностей при користуванні міськими територіями в темний час штучне освітлення має відповідати естетичним вимогам людини: вдень це залежить від зовнішнього вигляду всіх його пристроїв, а ввечері – від створюваної за його допомогою освітленої панорами міста. При цьому будівництво й експлуатація споруд штучного освітлення міських територій повинні бути досить економічними.

Основна задача освітлення – це створення сприятливих умов для безпечного руху транспорту і пішоходів.

У місті розрізняють такі види постійних освітлювальних установок:

- для вуличного освітлення (забезпечення освітленості, необхідної для безпеки руху транспорту і пішоходів);
- для архітектурно-художнього освітлення (створення світлової архітектури міста у вечірні години з виявленням найбільш цінних в архітектурному, історичному та художньому відношенні будівель, споруд, пам'ятників, фонтанів тощо, а також цілих комплексів);
- для рекламного освітлення (інформація населення про торговельні, побутові і культурні новини, оформлення вітрин магазинів, кіосків та ін.);
- для світлових сигналів (показчики транспорту і пішоходам напрямів руху, місць зупинок, стоянок, переходів тощо).

Всі види установок повинні працювати у взаємодії одне з одним, враховуючи яскравість дорожніх покриттів вулиць, площ і тротуарів, яскравість вітрин, світлових реклам і світильників, а також освітлених пам'ятників і фонтанів, ступінь блискоті, що виникає в полі зору людини. Для підсилення художньо-світлового оформлення в святкові дні встановлюється тимчасове ілюмінаційне освітлення.

Умови бачення водіїв автомобільного транспорту при штучному освітленні вулиць визначаються: фактичним контрастом між об'єктом розрізнення (перепони) і фоном, середньою яскравістю дорожнього покриття, сліплячою дією освітлювальної установки і рівномірністю розподілу яскравості дорожнього покриття.

У практиці вуличного освітлення може бути два типи контрастів: негативний – темна перепона на світлому тлі (прямий силует) і позитивний – світла перепона на темному фоні (зворотний силует). У різних точках між світильниками контраст, як правило, не залишається постійним. Залежно від положення перепони відносно світильників можуть спостерігатися обидва види контрастів.

Яскравість перепони і фону рівні між собою в момент зміни виду контрасту. При цьому можливість зорового виявлення перепони водієм транспорту залежить від чутливості ока водія до малих різниць яскравості при різних співвідношеннях освітленості. Контрастна чутливість ока може зменшуватися за рахунок засліплення вуличного освітлення. В цьому випадку для зорового сприйняття перепони необхідний великий контраст яскравості. Коли перепона досягає контрасту, що перевищує порогове значення, перепона стає видимою. Відсутність видимості перепони – небезпечний фактор в умовах вуличного руху. Величина ділянки, де видимість відсутня, є однією з характеристик якості вуличного освітлення.

Нормативні вимоги до рівномірного розподілу яскравості є необхідною умовою забезпечення стійкості можливості бачити об'єкти спостерігачеві який перебуває в русі. Важливість виконання цієї умови особливо зростає, коли і спостерігач, і об'єкти спостереження рухливі. Справді, при переміщенні об'єкта по нерівномірно яскравій поверхні, зміна яскравості фону приводить до зміни величини контрасту і, як наслідок, до зміни видимості об'єкта. Глибока зміна яскравості фону може призводити навіть до втрати можливості бачити.

Стан ока, що опинився під впливом сліпучих об'єктів, тобто виявився осліпленим, прийнято характеризувати величиною **коефіцієнта засліпленості**:

$$S = \frac{\Delta L_s}{\Delta L}$$

де ΔL_s — порогова різниця яскравості, що розрізняється оком, при наявності в його полі зору сліпучих джерел;

ΔL — те ж, у випадку відсутності сліпучих джерел.

Розглянемо ще одну характеристику видимості. Нехай у даних умовах освітлення, пороговою характеристикою розрізнення даного об'єкта є величина порогового контрасту $K_{пор}$. У цих же умовах освітлення фотометричний контраст яскравостей фону й об'єкта (тобто тих яскравостей, які можуть бути виміряні в реальних умовах) дорівнює K . Відношення V називають **видимістю об'єкта**

$$V = \frac{K}{K_{пор}}.$$

За вимогами, що висуваються до вуличного освітлення, вулиці, дороги, проїзди і площі поділяються на категорії А, Б, В. Категорії об'єктів за освітленістю встановлюються залежно від категорії вулиць, доріг і об'єктів, найбільшої інтенсивності руху транспорту в обох напрямках (од/год). Нормується середня яскравість покриття, $кд/м^2$, середня горизонтальна освітленість покриття, лк.

Середня яскравість покриттів проїжджих частин нормується, з одного боку, залежно від чисельності населення міста, а з іншого боку, при інтенсивному русі транспорту – залежно від ступеня інтенсивності руху.

Для рівномірної яскравості покриттів проїжджих частин вулиць відношення максимальної яскравості покриття проїжджої частини вулиць, доріг і площ до мінімальної не повинно перевищувати 3 : 1 при нормі середньої яскравості більше 0,6 кд/м² та 5 : 1 – при нормі середньої яскравості 0,6 кд/м² та менше.

Середня яскравість покриттів тротуарів, що примикають до проїжджої частини вулиць, доріг і площ, повинна бути не менше половини середньої яскравості покриттів проїжджої частини цих вулиць, доріг і площ (табл.1.1).

**Таблиця 1.1 Середня яскравість удосконалених покриттів
(ДБН В.2.5-28-2006)**

Категорія об'єкта за освітленням	Вулиці, дороги і площі	Найбільша інтенсивність руху транспорту в обох напрямках, од./год	Середня яскравість покриття, кд/м ²	Середня горизонтальна освітленість покриття, лк
А	Швидкісні дороги*, магістральні вулиці загальноміського значення; площі**: головні, вокзальні, транспортні, передмостові й багатофункціональних транспортних вузлів	> 3000	1,6	20
		> 1000 до 3000	1,2	20
		від 500 до 1000	0,8	15
		< 500	0,6	10
Б	Магістральні вулиці районного значення, дороги вантажного руху (загальноміського значення), площі перед великими громадськими будівлями і спорудами (стадіонами, театрами, виставками, торговельними центрами, ринками та іншими місцями масового відвідування)	> 2000	1	15
		від 1000 до 2000	0,8	15
		від 500 до 1000	0,6	10
		< 500	0,4	10
В	Вулиці та дороги місцевого значення: житлові вулиці, дороги промислових і комунально-	500 і більше	0,4	6
		менше 500	0,2	4

	складських районів, селищні вулиці та дороги. Селищні вулиці, площі перед громадськими будівлями і спорудами селищного значення			
--	---	--	--	--

* Середня яскравість покриття швидкісних доріг приймається $1,6 \text{ кд/м}^2$ незалежно від інтенсивності руху транспорту.

** Норму середньої яскравості або середньої освітленості покриття проїжджої частини в межах транспортного пересічення в двох і більше рівнях слід приймати як для освітлення основної магістралі, на якій воно розташоване.

Нормування рівня освітленості за яскравістю враховує світлові властивості поверхні дорожніх покриттів (світність, коефіцієнт відбиття, коефіцієнт поглинання, коефіцієнт пропускання). Це дає можливість ефективно впливати за зорове сприйняття окремих елементів проїжджих частин і тротуарів, використовуючи різні дорожні матеріали (наприклад, білі й кольорові цементи), що може сприяти більш легкій орієнтації водіїв транспорту та пішоходів і тим самим підвищити ступінь безпеки вуличного руху.

Рівень освітленості проїжджої частини вулиць, доріг і площ із перехідними й нижчими типами покриттів у містах і поселеннях регламентується величиною середньої горизонтальної освітленості, яка для вулиць, доріг і площ категорії Б повинна бути 6 лк, для вулиць і доріг категорії В при перехідному типі покриттів – 4 лк і при покритті нижчого типу – 2 лк.

Середню горизонтальну освітленість на рівні покриття непроїжджих частин вулиць, бульварів і скверів, пішохідних вулиць і територій мікрорайонів у містах і поселеннях слід приймати за СНиП II-4-79 в межах від 10 лк для непроїжджих частин площ категорій А і Б до 1 лк для прогулянкових доріжок.

Для вуличного освітлення як джерела світла використовують лампи розжарювання й газорозрядні лампи – люмінесцентні, ртутні та інші з виправленою колірністю. Люмінесцентні лампи мають: світлову віддачу вдвічі більшу за лампи розжарювання, малу яскравість поверхні, якісну передачу кольорів. Завдяки більшим розмірам ці лампи дають більш рівномірний розподіл яскравості дорожнього покриття, особливо під час атмосферних опадів. При проектуванні установок вуличного освітлення треба вводити коефіцієнт запасу, який враховує старіння ламп, запилення і старіння світильників, що дорівнює 1,3 – для світильників із лампами накаливання і 1,5 – для світильників із газорозрядними джерелами світла.

За характером світлорозподілу світильники, що використовуються у вуличному освітленні, поділяються на світильники з:

- широким несиметричним світлорозподілом;
- широким і середнім симетричним світлорозподілом;
- розсіяним симетричним світлорозподілом.

Вибір типу світильника виконується залежно від нормованого для даної вулиці значення середньої яскравості й ширини проїжджої частини вулиці.

Для магістральних вулиць з інтенсивністю руху транспорту понад 500 од/год у обох напрямках доцільно використовувати:

- при ширині проїжджої частини до 24 м при однобічній і дворядній схемах розташування світильників – світильники з несиметричним бічним вузьким світлорозподілом у горизонтальній площині;
- при ширині проїжджої частини понад 24 м при дворядній і прямокутній схемах розташування світильників – світильники з несиметричним бічним широким світлорозподілом у горизонтальній площині;
- при ширині проїжджої частини до 18 м і вісьовому розташуванні світильників по осях руху – світильники з несиметричним світлорозподілом у горизонтальній площині;
- для освітлення перехресть – світильники з несиметричним чотирибічним світлорозподілом у горизонтальній площині.

Для освітлення вулиць з інтенсивністю руху 50 – 500 од/год в обох напрямках або з мінімальною горизонтальною освітленістю до 4 лк доцільно використовувати світильники з широким або середнім симетричним світлорозподілом.

Для освітлення бульварів і тротуарів можна використовувати світильники з розсіяним світлорозподілом (у спеціальній літературі є таблиці, за якими можна підібрати тип світильника залежно від галузі використання).

Розміщення ліхтарів вуличного освітлення на вулицях виконується залежно від категорії й ширини вулиці. Опори ліхтарів мають бути легкими за формою, світлого забарвлення, не бути громіздкими спорудами, що порушують і псують панораму вулиці як у темний, так і в світлий час доби. В даний час здебільшого використовують залізобетонні опори, які, незважаючи на велику висоту, можуть бути досить витонченими, навіть, малопомітними в денний час.

В установках зовнішнього освітлення при середній яскравості дорожнього покриття 0,4 кд/м² і більше та середній освітленості 4 лк і більше слід використовувати переважно світильники з газорозрядними джерелами світла.

На вулицях залежно від їхньої ширини можуть впроваджуватися такі схеми розташування світильників:

- однобічне– при ширині проїжджої частини не більше 12 м;
- осьове– при ширині проїжджої частини не більше 18 м;
- дворядне прямокутне – при ширині проїжджої частини не більше 48 м (рис.1).

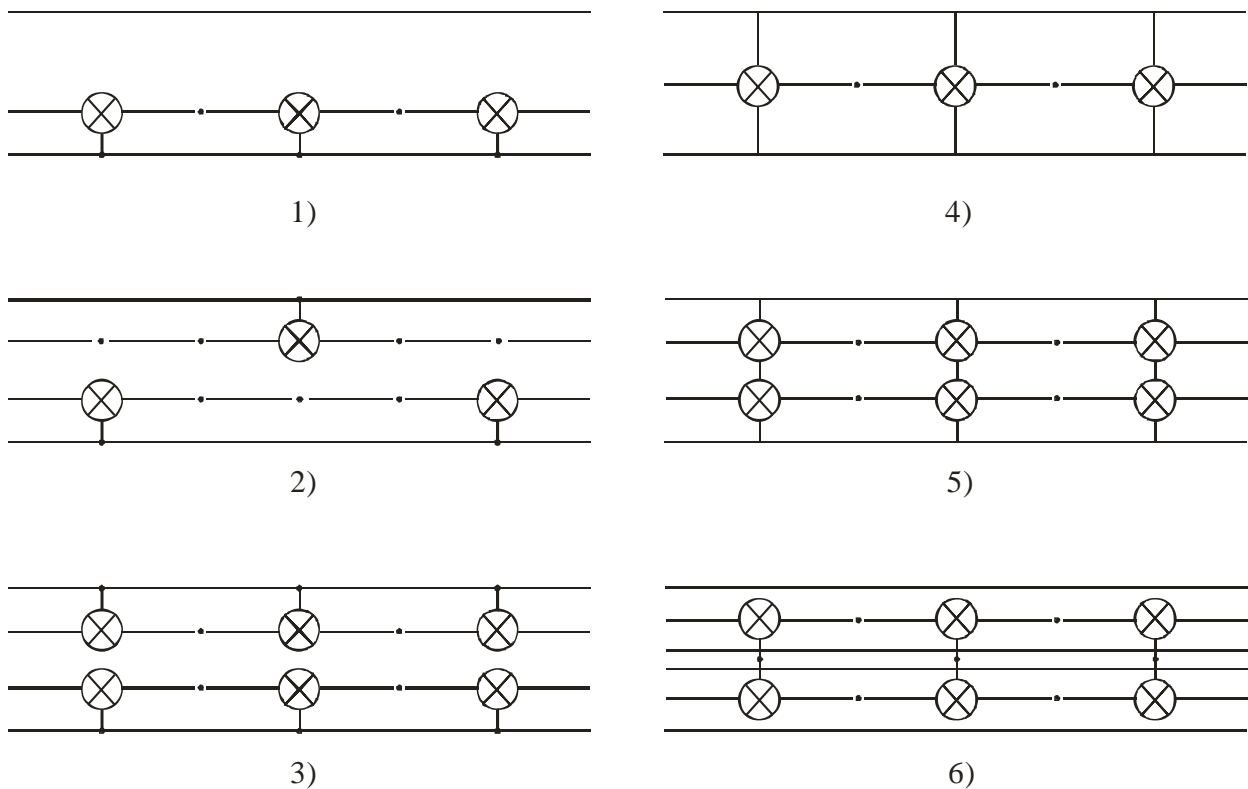


Рис.1. Схеми розташування світильників (ліхтарів) на освітлювальних установках вулиць і доріг.

1 – однобічна; 2 – дворядна в шаховому порядку;
3 – дворядна прямокутна; 4 – осьова; 5 – дворядна прямокутна по осях руху; 6 – дворядна прямокутна по осі вулиці.

При проектуванні вуличного освітлення висоти встановлення світильників за умовами обмеження засліплення мають бути не менше 6 – 7 м.

При підвішуванні світильників на тросах висота їх над проїжджою частиною повинна бути не менше 6,5 м. При встановленні світильників над контактною мережею трамвая або тролейбуса висота світильників, тросів і дротів вуличного освітлення над поверхнею проїжджої частини повинна бути не менше 8 м при трамвайній лінії і 9 м при тролейбусній лінії. Середня горизонтальна освітленість уособленої трамвайної колії повинна бути 4 лк. Норма освітлення трамвайних колій, розташованих на проїжджій частині вулиці, повинна відповідати нормі освітлення вулиці. Відстань від дротів вуличного освітлення до контактного дроту приймається не менше 1,5 м. Найменша висота підвішування світильників за умови створення необхідного контрасту становить від 4 до 14 м і визначається за кривими, побудованими залежно від величини світлового потоку лампи одного ліхтаря.

На вулицях із трамвайним або тролейбусним рухом для підвішування світильників вуличного освітлення зазвичай використовують мачти контактної мережі.

Освітлення тротуарів можна здійснювати ліхтарями, призначеними для освітлення проїжджої частини (тоді висота встановлення світильника, що освітлює тротуар, може бути нижча, ніж висота світильника, що освітлює проїжджу частину) або ж окремими спеціальними ліхтарями.

Світильники можуть кріпитися до стін будинків (при нешироких вулицях). Але при цьому необхідно виконувати дві умови:

-по-перше, не повинні засвічуватися розташовані поряд вікна житлових приміщень;

- по-друге, світильники мають бути доступними для обслуговування.

Слід обмежувати в містах та інших населених пунктах використання для освітлення вітрин і реклам вогнів зеленого і червоного кольорів, бо вони змішуються з вогнями світлофорної системи регулювання вуличного руху, порушують правильну інформованість водіїв транспорту і сприяють виникненню нещасних випадків у вуличному русі.

На великих площах можна використовувати ліхтарі на високих опорах (20 – 25 м і вище) зі встановленням на кожному декількох світильників.

На площах з круговим рухом транспорту опори з світильниками слід розташовувати на зовнішньому боці проїжджої частини, а не на центральному острові.

Вибір типу і параметрів освітлювальних установок для типових рішень житлових вулиць з місцевим рухом виконується без розрахунків за типовими рішеннями освітлення вулиць із урахуванням зелених насаджень. При цьому слід мати на увазі, що основна мета освітлення таких вулиць – забезпечити безпеку пішоходів. Для цього необхідно рівномірно освітлювати тротуари, відтіняючи їхні бордюри, а також проїжджу частину.

Освітлення транспортних і пішохідних розв'язок і споруд.

Освітлення може бути виконано двома принципово різними способами:

а) шляхом розміщення світильників по трасах всіх проїздів;

б) розміщенням світильників на дуже високих (20 – 40 м) опорах з освітленням всього комплексу перехрещення заливаючим світлом.

Другий спосіб освітлення дозволяє різко зменшити кількість опор, створити рівномірний розподіл світлових потоків і яскравостей по всіх проїздах, усунути велику кількість джерел світла з поля зору водіїв транспорту, прийняти сприятливе рішення всієї освітлювальної системи з точки зору естетики денної і нічної панорами.

Штучне освітлення транспортних тунелів влаштовують відповідно до вимог якнайбільшого усунення впливу на водіїв транспорту “світлового порогу” при в’їзді в тунель і сприятливого освітлення протягом всього тунелю. Світловий поріг особливо відчувається в денний час, коли штучне освітлення змагається з природним денним світлом. У коротких тунелях, де природним денним світлом забезпечуються норми освітлення, штучне освітлення для денного режиму не влаштовують (в нічний час тунелі освітлюють). Використовуються для цього люмінесцентні лампи.

Міські мости, шляхопроводи й естакади можна освітлювати різними засобами залежно від їхнього розташування у вуличній системі. Якщо вони

входять у загальний комплекс складного транспортного перетинання, освітлення їхніх проїжджих частин можна виконувати світильниками, розташованими на високих опорах, або ж світильниками, розташованими безпосередньо на самих шляхопроводах і естакадах (безперервними рядами парпетних світильників на рівні очей водія – 0,8 – 1,2 м).

Освітлення територій мікрорайонів.

Території мікрорайонів у вечірній і нічний час освітлюються з метою створення сприятливих умов для жителів мікрорайону, що користуються тротуарами, пішохідними алеями, внутрішньо-мікрорайонним садом. Одночасно з цим забезпечується безпека руху автомобілів по внутрішньомікрорайонних проїздах. Нормується освітлення – по горизонтальній освітленості їхніх поверхонь, а не по яскравості, як для вулиць і доріг. Як правило, використовують дешеві світильники з лампами розжарювання, іноді – з люмінесцентними лампами.

У мікрорайонах освітлюються проїзди до груп будинків, шкіл, дитячих садків і ясел, магазинів, гаражів, а також пішохідні доріжки і алеї, що ведуть до дитячих садків і ясел, шкіл, магазинів, їдалень та інших закладів культурно-побутового обслуговування, а також до виходів з мікрорайону. Пішохідні доріжки і тротуари, розташовані безпосередньо вздовж фасадів будинків, як правило, освітлюються світильниками, встановленими біля входів у будівлі.

Мікрорайонні сади освітлюються таким чином, щоб у темний час доби світло світильників створювало хорошу орієнтацію біля входів у сад і на його основних елементах: майданчиках для відпочинку дорослих, майданчиках для ігор дітей і фізкультурних майданчиках.

При розміщенні в мікрорайоні світильників слід прагнути до того, щоб світло не турбувало мешканців через вікна кімнат у житлових будинках.

На поворотах проїздів ліхтарі не повинні заважати проїзду пожежних машин.

Освітлення парків, садів, скверів, бульварів.

Освітлення цих місць має на меті:

- а) створення привабливого вечірнього ландшафту озелененої території з використанням засобів освітлення як дієвого компонента архітектури зелених насаджень (з виділенням окремих груп дерев, кущів і квітників у сполученні з басейнами і фонтанами);
- б) створення хорошої орієнтації для відвідувачів озелених територій, що особливо важливо у великих парках;
- в) створення для людини умов приємного перебування в алеях, на майданчиках, біля басейнів.

Для цього освітлення ряду елементів озелених територій має бути м'яким, ненав'язливим.

Освітлення парків і садів. Зона активного відпочинку, де розміщуються чисельні будівлі, споруди, майданчики культурно-просвітницького й розважального характеру, для масового її використання повинна освітлюватися так, щоб освітлювальні установки створювали загальне відчуття парадності, виділення світлом окремих будівель: кінотеатру, зеленого театру, цирку, виставкових павільйонів, комплексу атракціонів, ресторану. Цьому може сприяти диференціація і, навіть, контрастування освітленості на ділянках різного призначення з використанням різних типів світильників і їхніх опор.

Зона тихого відпочинку освітлюється з урахуванням загального планування зони, диференційовано, з деяким посиленням освітленості майданчиків перед такими будівлями, як кафе, кіоски і т. ін., створенням гарної орієнтації шляхом розміщення ліхтарів на поворотах. Одночасно можна проводити підсвітлювання зелених насаджень – груп дерев, кущів, квітників, що створюють нічну панораму архітектури зелені. Необхідно також врахувати рельєф території парку, виділяючи гірки, круті узвози, долини тощо.

Освітлення міських садів залежить від характеру саду та його території (якщо територія велика – освітлення виконується як для парку, якщо мала – як для зони тихого відпочинку).

Освітлення скверів і бульварів. Система освітлення скверу вирішується в комплексі площі, на якій він розташований. Освітлюються входи в сквер, фонтани або пам'ятники (якщо вони є) додатково до освітлення площі.

Бульвари освітлюють ліхтарями, розташованими вздовж алеї в загальному ряді з оточуючими алею деревами. Тут слід мати на увазі, що створюються тіні від крон дерев, і вони для алеї є допустимими і можуть створювати приємні сполучання світла і тіні.

Освітлення окремих об'єктів.

У вечірній панорамі міста в темний час велику роль може відігравати підсвітлення окремих архітектурних ансамблів, будівель, монументів. Таке підсвічування дає можливість підкреслити домінуючі в міському ландшафті будівлі та споруди, зробити вечірній силует більш вражаючим.

Освітлення архітектурних об'єктів повинно забезпечити виразність об'ємно-просторової і кольорової композиції архітектурних ансамблів і окремих об'єктів, підкреслювати їхні ідейно-художні, функціональні й пластичні особливості та містобудівне значення.

Установки освітлення не повинні засліплювати водіїв транспорту і пішоходів.

Об'єктами освітлення мають бути найважливіші в композиційному відношенні громадські будівлі й споруди, а також пам'ятки архітектури і культури.

Монументи й пам'ятки, що мають самостійне архітектурне значення в навколишньому ландшафті, слід освітлювати з декількох боків із чітко означеним основним напрямком освітлення, що визначає головну вертикальну

площину. Решту пам'яток, як правило, освітлюють з боку основного напрямку спостереження.

Підсвічування будівель та інших споруд може бути загальне – заливаючим світлом або контурне, коли підкреслюються лінії контуру будівлі. Контурне підсвітлювання використовується, головним чином, при ілюмінації під час свят, коли ілюмінують багато площ і вулиць міста з масовим підсвітлюванням будівель, монументів, мостів, фонтанів. При підсвітлюванні будівлі іноді виділяють більш яскравою підсвіткою окремі найцікавіші й ефектніші її частини, що сприяє створенню світлової контрастності в межах будівлі, що освітлюється, посилює загальне враження від вечірнього вигляду будівлі та навколишнього ландшафту. Виконується це за допомогою прожекторів.

КІЛЬКІСНІ ПАРАМЕТРИ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ ДО ОСВІТЛЕННЯ.

Освітлення покриттів непроїжджих частин вулиць, доріг і площ, бульварів і скверів, пішохідних вулиць і територій мікрорайонів у містах регламентується рівнем середньої освітленості, що приймається відповідно до табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Середня горизонтальна освітленість непроїжджих і пішохідних частин вулиць

Освітлювальні об'єкти	Середня горизонтальна освітленість, лк
1	2
Головні пішохідні вулиці, непроїжджі частини площ категорій А та Б і площі перед заводами	10
Пішохідні вулиці: · у межах громадських центрів; · на інших територіях.	6 4
Тротуари, відділені від проїжджої частини на вулицях категорій: · А та Б; · В.	4 2 ¹
Площадки зупинок громадського транспорту на вулицях усіх категорій	10
Пішохідні містки	10
Пішохідні тунелі: · вдень; · увечері й вночі.	100 50
Сходи пішохідних тунелів увечері й вночі	20
Пішохідні доріжки бульварів і скверів, що примикають до вулиць категорій: · А; · Б; · В.	6 4 2
Території мікрорайонів	
Проїзди: · основні; · другорядні, в тому числі тротуари — під'їзди	4 2
Господарські площадки й площадки при сміттєзбиральниках	2
Дитячі майданчики в місцях розташування обладнання для рухливих ігор	10

¹ Норма поширюється також на освітленість тротуарів, що примикають до проїжджої частини вулиць категорії Б та В з перехідними й нижчими типами покриттів.

Норми регламентують рівномірність розподілу яскравості дорожнього покриття відношенням мінімальної яскравості до середнього значення величиною не менше 0,4 при рівні середньої яскравості більше 0,6 кд/м² і не

менше 0,6 — при рівні 0,6 кд/м² і нижче. Відношення мінімальної яскравості до максимальної по смузі руху повинне бути не менше 0,6 при рівні більше 0,6 кд/м² і не менше 0,4 — при рівні 0,6 кд/м² і нижче.

Таблиця 1.3 – Середня горизонтальна освітленість вулиць, доріг і площ сільських населених пунктів

Освітлювальні об'єкти	Середня горизонтальна освітленість, лк
1	2
Головна вулиця, площі громадських і торгових центрів	4
Вулиці в житловій забудові:	
· основній;	4
· другорядній (провулки);	2
· проїзд	2
Селищна дорога	2

Ділянки автомобільних доріг загальної мережі в межах сільських поселень належать до вулиць категорії Б і залежно від типу дорожніх покриттів нормуються або за яскравістю, або за освітленістю. Рівень освітленості ділянок неосвітлених вулиць, що примикають до швидкісних доріг і магістральних вулиць категорій А та Б, повинен бути рівний нормі яскравості (освітленості) цих вулиць, але не менше $\frac{1}{3}$ від головної вулиці на відстані не менше 100 м від лінії примикання. Рівень освітлення трамвайних шляхів, розташованих на проїжджій частині вулиць, повинен відповідати нормі освітлення вулиці. Освітленість відособленого трамвайного шляху приймають рівною 6 лк. Рівні освітлення транспортних тунелів довжиною більше 60 м у денному режимі приймаються за табл. 1.4, у вечірньому й нічному режимі освітленість протягом всьому тунелю має бути рівною 50 лк.

Таблиця 1.4. Освітлення транспортних тунелів у денному режимі

Довжина тунелю, м	Швидкість руху, км/год	Система освітлення	Середня горизонтальна освітленість, лк, покриття проїжджої частини на відстані від початку в'їзного порталу, м												
			10-30	50	75	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450 і більше
61–100	60	Зустрічна	500	250	100	50									
	80		600	500	300	100									
	100		750	750	500	200									
Більше 100	60	Зустрічна	1250	740	280	160	110	80	60	50	50	50	50	50	50
	80		1500	1500	1050	600	330	210	160	120	80	50	50	50	50
	100		2000	2000	2000	1700	1300	940	530	360	195	120	90	80	50
	60	Симетрична	2000	1200	500	250	180	120	90	80	50	50	50	50	50
	80		2500	2500	1750	1000	530	340	220	180	115	80	65	50	50
	100		3000	3000	3000	2550	2000	1400	900	580	300	200	140	110	50

Завдання проектування освітлення доріг і магістралей

Будь-яка освітлювальна установка вулиць, доріг і площ складається з більшої або меншої кількості опор зі світильниками, освітлювана поверхня являє собою сполучення світлих плям, створюваних окремими світильниками. Це справедливо для будь-якої системи освітлення і найбільше просто й чітко виявляється при фотографуванні освітленої вулиці.

Завдання проектування освітлення вулиць і доріг, у першому наближенні, полягає у виборі освітлювальних приладів, які мають такий розподіл світла і встановлених на такій висоті, при якій найбільш економічно були б отримані світлі плями потрібної форми і яскравості. Далі визначають таке розміщення світильників, при якому світлі плями були б видні з нормальної позиції спостерігача такими, що дотикаються, і між ними не було б темних ділянок. *Розташування плям, які бачить спостерігач, залежить від його положення на вулиці, від розташування світильників у полі зору й міняється при зміні позиції спостерігача.* Навіть на прямій горизонтальній вулиці, при звичайно використовуваних розташуваннях світильників утворюються роздільно помітні світлі плями. При зміні положення спостерігача, який перебуває на вулиці, напрямку, що змінюється, або профілю, відзначається особливо значна зміна положення плям у полі зору й розподілу яскравості. Розподіл яскравості міняється також зі зміною характеру й стану (рід покриття, чистота, вологість) дорожньої поверхні. Яскравість поверхні вулиці нестабільна, вона змінюється кожної ночі, від одного положення спостерігача до іншого. Отже видимість на вулиці також змінна. Проте **найважливішим функціональним призначенням освітлювальних установок** вулиць і доріг є створення фону такої яскравості, що необхідний для стійкого розрізнення об'єктів. Однак прагнучи до рівномірного розподілу яскравості покриття проїжджої частини, не слід домагатися високого ступеня рівномірності яскравості в іншій частині поля зору водія транспорту або пішохода. Саме такі частини поля зору на границях рівномірно яскравої проїжджої частини й навіть за її межами мають велике значення. *Край* проїжджої частини найчастіше виявляється за темною тінню тротуару, що піднімається, *вулиця*, що перетинає дорогу на більшій відстані виявляється за тінню бортового каменя тротуару. Однієї з важливих частин поля зору є ближнє *узбіччя дороги*. Гарна видимість узбіччя полегшує водіння автомобіля. Крім того, поблизу узбіччя найчастіше виявляються перешкоди руху: автомобілі й мотоцикли, що стоять, можлива поява пішоходів. При осьовому розміщенні світильників, що приводить до високого ступеня рівномірності освітленні проїжджої частини, її границі й найближчі частини узбіччя, які служать орієнтирами руху, виявляються недостатніми.

Таким чином, **завданням зовнішнього освітлення** є не тільки рівномірне освітлення проїжджої частини, але й навіть створення тіней і підкреслення об'єктів, що полегшують орієнтування на дорозі. Іншою важливою особливістю і призначенням систем освітлення є їхня здатність підкреслити характер зміни напрямку або профілю дороги. Дуже важливо, щоб розташування світильників дозволяло з якомога більшої відстані виявити поворот або вигин дороги, а

також зміну її поздовжнього профілю. Для цього важливо встановлювати світильники на однаковій висоті над поверхнею проїжджої частини й розташовувати їх строго на одній лінії, паралельній осі руху. Невиконання цих вимог призводить до виникнення незручності для водіїв, створює враження неорганізованості висвітлення.

Освітленню вулиць, що встановлюється для зручності й безпеки руху, сприяють архітектурне й декоративне освітлення, світлова реклама й інформація. Виконуючи свої функції, вони можуть значно впливати на ефективність освітлювальних систем доріг і вулиць. Дійсно, яскраве освітлення фасаду будинку, концентровані пучки освітлення пам'ятника, сильно освітлений майданчик і т. п. можуть миттєво й значно змінювати рівень адаптації і, отже, чутливість очей водіїв транспорту. З метою запобігання цьому всі види пристроїв освітлення міста повинні плануватися як єдине ціле.

Проекти установок утилітарного й архітектурно-декоративного (художнього) освітлення повинні виконуватися у спеціалізованих проектних організаціях із залученням архітекторів, дизайнерів і, можливо, екологів.

Проекти освітлення архітектурних об'єктів треба, як правило, апробувати на макетах або за допомогою дослідно-експериментальних установок безпосередньо на об'єктах. При розробці макета повинна бути передбачена можливість створення декількох варіантів освітлення з наступним вибором оптимального, що узгоджується із замовником.

Освітлювальні установки відкритих спортивних споруд, автостоянок та ін. об'єктів, у яких застосовуються світильники й прожектори, повинні відповідати нормам на їх проектування і забезпечувати обмеження їх негативного впливу на загальне світлове середовище даної міської зони.

При модернізації існуючих установок зовнішнього освітлення всі зміни повинні бути погоджені із замовником, підприємством "Держсвітло" і внесені у проекти даних установок.

Світлові властивості й класифікація дорожніх покриттів.

Величина яскравості поверхні дороги безпосередньо визначає видимість об'єктів, що перебувають і розглядається на її фоні. Це призводить до необхідності розробки методів розрахунку, виміру та інших шляхів визначення яскравості дорожніх покриттів. Першим в ряді задач, вирішення яких приводять до визначення величини яскравості, є вивчення і облік відбиваючої здатності поверхонь дорожніх покриттів.

Дорожні покриття сучасних типів (асфальт, асфальтобетон, бетон) мають різко виражену здатність відбивати світло направлено. У цьому неважко переконатися, не вдаючись до спеціально поставлених дослідів. З цією метою треба, перебуваючи на площі, або широкій вулиці, вимощеної асфальтом, встати обличчям до Сонця і на погляд порівняти яскравість асфальту поблизу, під ногами, з яскравістю віддалених ділянок покриття. Якщо асфальт трохи зношений і Сонце досить низько, то яскравість віддалених ділянок буде значно

більш високою, ніж яскравість поблизу ніг і навіть може виявитися сліпучою при зовсім сухому покритті.

Було встановлено розподіл світла, що відбивається дорожніми покриттями різних типів. Найпоширеніше покриття — асфальт, що зазнав запилення і зношування, поряд зі здатністю відбивати дифузно, має досить виражену спрямованість відбиття. Розподіл сили світла, відбитого ділянкою поверхні асфальту, поданий на рис. 1.1.

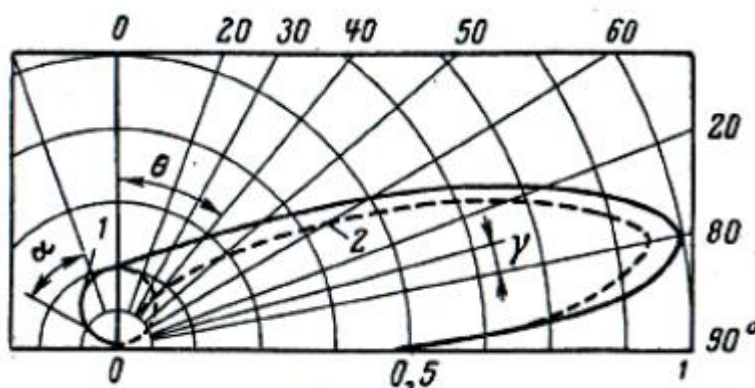


Рис 1.1 — Індикатриса відбиття асфальтового покриття.

Розподіл сили світла ділянки в результаті дифузного відбиття характеризується колом, що дотикається до поверхні, яка відбиває, у точці падіння променя. Значна частина відбитого світлового потоку відкидається в напрямках, що примикають до напрямку дзеркально відбитого променя.

Здатність поверхонь направлено відбивати падаючі на них пучки світла характеризується величиною **коефіцієнта яскравості**, обумовленої як відношення яскравості даної поверхні, в розглянутому напрямку, до яскравості однаково з нею освітленої поверхні, що ідеально розсіює, тобто

$$r = \frac{L}{\frac{1}{\pi} \cdot E}.$$

Співвідношення між яскравістю й освітленістю такої поверхні:

$$L = \frac{r \cdot E}{\pi}.$$

Величина r залежить не тільки від властивостей поверхні, але й від напрямку падаючого на неї пучка й того напрямку, в якому ця поверхня розглядається. У випадку відбиття світла поверхнею дороги, яскравість розглянутого елемента поверхні (і коефіцієнт яскравості) виявляються досить складною функцією сполучення параметрів, які визначають властивості поверхні, положення елементів, напрямків пучків світла й напрямку, в якому розглядається елемент.

Аналітичний вираз цієї залежності, що має вигляд

$$r = r_0 + \frac{a}{(1 + b \cdot \text{Ctg}^2 \alpha \cdot \sin \varphi)} \cdot e^{-c\gamma^2},$$

де r_0 — коефіцієнт дифузійного відбиття покриття; a, b, c — постійні, значення яких залежать від типу й стану покриття; α — кут падіння пучка на

освітлювану поверхню (рис.1.2); γ — кут, утворений лінією зору спостерігача й напрямком дзеркально відбитих променів.

Велике значення мають величини *яскравості дорожньої поверхні в окремій точці й середньої яскравості покриття*. При розрахунку цих величин, у значення яких входить і величина r , можуть бути використані прийоми й зроблені допущення, що приводять до можливості застосування побудованих таким шляхом методів розрахунку в інженерній практиці.

Величина кута $\varphi = (90^\circ - \theta)$ може бути прийнята сталою і рівною 1° (див. рис. 1.2) за умови, що спостереження ведуть з кабіни водія з відстані від 30 до 150 м. Напрямок спостереження, обумовлений величиною кута δ , можна вважати завжди паралельним осі дороги. При цих умовах значення φ й δ ввійдуть у величину r як деякі постійні, врахування яких стане одноразовим. Крім цього, фіксація значень φ і δ призведе до того, що величина γ виявиться функцією поєднання значень α й β .

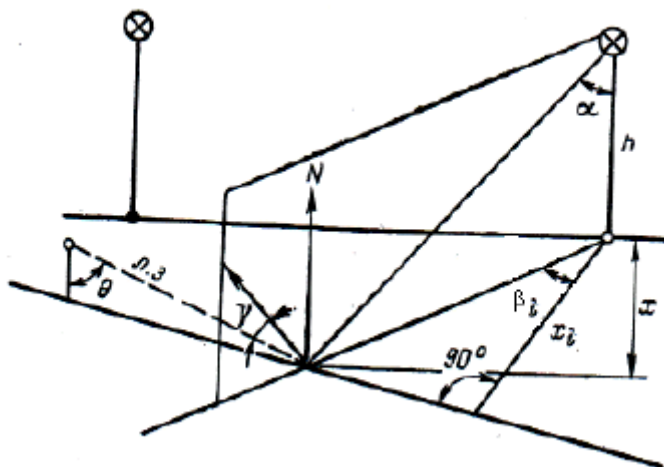


Рис.1.2 — До визначення яскравості дорожніх покриттів

Величина коефіцієнта яскравості виявляється функцією тільки двох змінних — α і β . Це надає право виразити величину **яскравості дорожнього покриття в певній точці**, як

$$L = \frac{r(\alpha, \beta) \cdot E}{\pi},$$

де E — освітленість поверхні дорожнього покриття в розглянутій точці.

Практично рівну можливість розрахунку величини L в конкретній точці дорожнього покриття дає застосування функції

$$f''(\alpha, d) = \frac{r(\alpha, d) \cos^3 \alpha}{\pi},$$

тут $d = x/h$ (рис. 1.2).

Перевагою застосування цієї залежності є простота визначення координат розглянутої точки дороги.

Величина **яскравості дорожнього покриття у будь-якій його точці** виражається формулою

$$L = f(\alpha_{0i}, \gamma) \frac{I(\alpha_{0i}, \gamma)}{H},$$

де $I(\alpha_{0i}, \gamma)$ — сила світла світильника в напрямку (α_{0i}, γ) до розглянутої точки А (рис. 1.3); $f(\alpha_{0i}, \gamma)$ — функція, що характеризує відбиття світла елементом поверхні дороги, положення якого характеризується значеннями α_{0i} й γ .

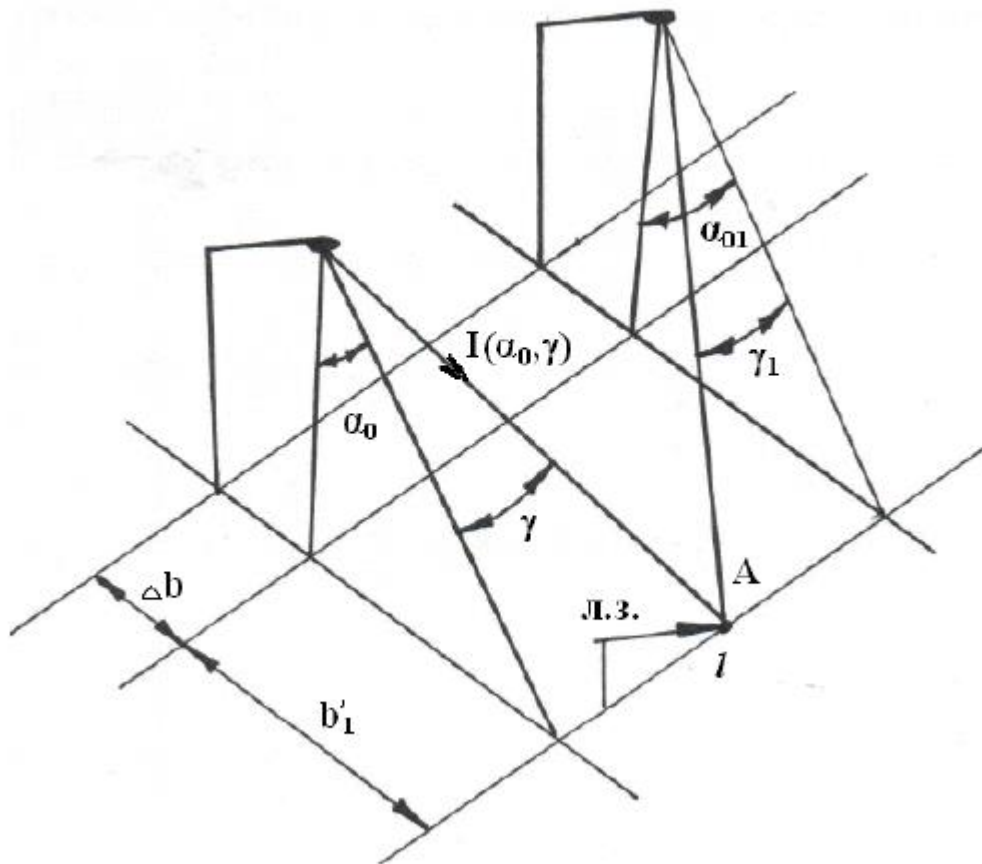


Рис. 1.3 — До визначення яскравості в точці А.

Дорожнє покриття пропонується характеризувати двома комплексними показниками Q_0 й S_1 . Перший характеризує загальний ступінь відбиття покриття і визначається як середньозважений коефіцієнт яскравості q по регламентованій частині простору напрямків падіння світла Ω_0 відносно точки P (рис. 1.4), тобто

$$Q_0 = \frac{1}{\Omega_0} \int_{\Omega_0} q(\beta, \delta) d\Omega(\beta, \delta)$$

Другий показник S_1 характеризує ступінь спрямованості відбиття і визначається як

$$S_1 = r(0.2) / r(0.0)$$

де $r(0.2)$ і $r(0.0)$ —редуційовані коефіцієнти яскравості відповідно для $\beta = 0$ й $\text{tg} \delta = 2$ і для $\beta = 0$ й $\text{tg} \delta = 0$.

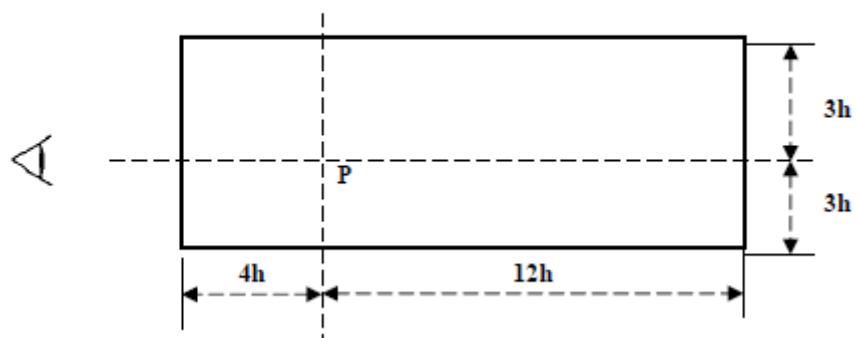


Рис.1.4 — До визначення простору напрямків падіння світла Ω_0

ЛЕКЦІЯ 12

ОСВІТЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ДЛЯ ІЛЮМІНАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

Загальні вимоги до світильників зовнішнього освітлення

Світильники є однією з основних частин освітлювальних установок і пристроїв освітлення міст. Їх вартість після вартості опор і мереж є головною складовою вартості установок. **Світлотехнічні властивості світильників:** характер світлорозподілу, значення ККД і коефіцієнтів використання визначають витрати електроенергії. *Конструкція світильників визначає їхню надійність, довговічність і зручність експлуатації.*

Світильник повинен виконувати такі функції:

1. Здійснювати необхідний перерозподіл світлового потоку джерела світла.
2. Охороняти джерело світла від впливу середовища.
3. Забезпечувати можливість живлення джерела світла електроенергією.

Світильники освітлювальних установок вулиць і доріг виконують свої функції, працюючи у важких умовах, вони зазнають впливу атмосферних опадів, вітру, сухих димів, вібрації та підвищеної температури. Це є причиною висування до їх конструкції, технології і матеріалів особливих вимог.

Конструкція світильників повинна забезпечувати виконання їх функцій протягом тривалої експлуатації без зміни їх світлотехнічних властивостей при найбільшій простоті і, отже, найменшій вартості догляду. Також вона повинна забезпечувати не тільки необхідний характер світлорозподілу, але і його стійкість у часі. Зміна розподілу світла може мати місце внаслідок забруднення, зміни відбиваючих властивостей поверхні або зміни прозорості елементів світильника. *Однією з причин зміни світлових властивостей є зміна взаємного розташування джерела світла й оптичних деталей світильника, порушень при заміні джерела світла або частин світильника, а також при його чищенні.* Виконання вимог до точності світлорозподілу і його стійкості призводить до необхідності відомого ускладнення конструкції, висуває складні й строгі вимоги до технології виготовлення (точність оптичних поверхонь, точність і незмінність взаємного розташування частин світильника, взаємозамінність частин).

Для керування розподілом світла використовують окремо або в поєднанні, наступні явища:

- переломлення;
- відбиття;
- розсіювання світла.

Конструкція світильників повинна забезпечувати простоту догляду за ними й ремонту, зокрема найбільш характерні операції догляду — заміна джерела світла й чищення приладу. Ряд вимог до конструкції світильників є суперечливими, наприклад максимальний ступінь ущільнення для захисту від пилу й проникнення комах, зручності доступу до джерела світла, ущільнення і

охолодження світильника і т.п. В наслідок цього світильники зовнішнього освітлення виявляються дорожчими, ніж світильники загальнопромислового призначення.

Світлотехнічні характеристики й класифікація світильників для освітлення вулиць

Основною світлотехнічною характеристикою світильника будь-якого призначення є той або інший вид розподілу сили світла. Характер розподілу сили світла світильника визначається його призначенням і способом використання. Світильник для освітлення вулиць має бути побудований з розрахунком на те, щоб направляв і розподіляв якомога більшу частину світлового потоку джерела світла на порівняно нешироку й довгу поверхню проїжджої частини вулиці. Це призначення світильника для освітлення вулиць і доріг визначає необхідність несиметричного світлорозподілу. Такий світильник характеризується вертикальною полярною кривою, побудованою в площині, що містить напрямок $l_{\text{макс}}$. Ця крива дає уявлення про положення пучка з найбільшою силою світла, а також про величину частин світлового потоку, що направляються світильником вгору і вниз.

Відповідно до міжнародної класифікації залежно від положення напрямку максимальної сили світла **світлорозподіл вуличних світильників підрозділяють** на:

- 1 - обмежений (напрямок $l_{\text{макс}}$ лежить нижче $\alpha = 65^\circ$ — вимога МКО);
- 2 – напівобмежений (напрямок $l_{\text{макс}}$ лежить нижче $\alpha = 75^\circ$);
- 3 – необмежений.

Характер світлорозподілу перших двох типів додатково уточнюється вимогами до розподілу сили світла в напрямках, що лежать нижче й вище напрямку $l_{\text{макс}}$.

Розподіл сили світла в межах кутів $\alpha = (0^\circ - 70^\circ)$ визначає достатній при застосуванні світильника рівень середньої яскравості і його економічність, тому бажані більш високі значення сили світла. Однак при цьому є необхідним обмеження цих значень у зоні $\alpha = (0^\circ - 30^\circ)$ з метою рівномірності розподілу яскравості.

Сила світла світильника в напрямках, що лежать вище напрямку $l_{\text{макс}}$, особливо для напрямків $\alpha = (80^\circ - 90^\circ)$ обмежується внаслідок необхідності зменшити сліпучу дію освітлювальної установки.

Таблиця 2.1 – Допустимі значення сили світла в зоні кутів $\alpha = 75^\circ - 90^\circ$

α, град	75	80	85	90
Сила світла*, кд	200/200	80/50	25/15	20/10

* Чисельник — значення для ламп типу ДРЛ, знаменник — для МГЛ й НЛВТ.

Характерною рисою світильників з лампами ДРИ й ДНаТ є можливість забезпечення широкого напівобмеженого світлорозподілу з різким спадом значень сили світла для напрямків $\alpha > 75^\circ$, що дозволяє істотно знизити сліпучу дію установки.

Визначення точного виду кривої розподілу сили світла світильника можливе лише з урахуванням конкретних умов його застосування (висота установки, крок, положення щодо освітлюваної поверхні).

Завдання **побудови** раціональної (зразкової) **кривої розподілу сили світла** світильника враховує наступні **загальні вимоги** й обмеження:

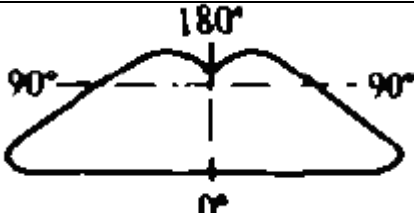
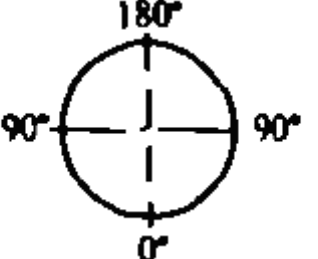
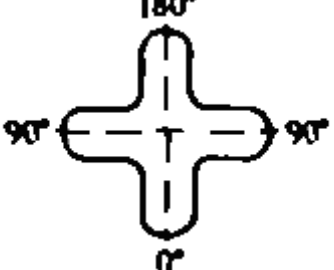
- значення коефіцієнта використання світлового потоку за яскравістю мають бути досить високими;
- розподіл яскравості поверхні дорожнього покриття повинен бути рівномірним;
- сліпуча дія освітлювальної установки з даними світильниками повинна бути обмежена значенням $S \leq 1,15$.

Для забезпечення рівномірного розподілу яскравості по поверхні дорожнього покриття в поздовжньому й поперечному напрямках світловий потік світильників повинен бути сконцентрований у зоні кутів $\alpha = 30^\circ - 40^\circ$, напрямки максимальних значень сили світла повинні визначатися величинами кутів $\gamma(\text{макс}) = 55^\circ$ — для світильників обмеженого світлорозподілу і $\gamma(\text{макс}) = 65^\circ$ — напівобмеженого.

У вітчизняній практиці встановлено **чотири типи світлорозподілу** в горизонтальній площині, які схематично подані в таблиці 2.2.

Таблиці 2.2 – Класифікація світильників утилітарного зовнішнього освітлення по світлорозподілу у горизонтальній площині

Тип кривої сили світла	Зовнішній вигляд КСС в горизонтальній площині	Позначення
Осьова		Ц

Бокова		Б
Кругло-симетрична		КС
Чотири-стороння		П

Ц — несиметричне осьове — світильники для освітлення вулиць і доріг, що встановлюються на осі вулиць і смуг руху;

Б — несиметричне бічне — світильники для освітлення вулиць, площ і доріг, що встановлюються на краю проїжджої частини;

КС — симетричне — світильники для освітлення площ і вулиць нижчих категорій;

П — несиметричне чотиристороннє — для світильників, що встановлюються на перехрестях вулиць і доріг.

Зазначимо, що крім світлотехнічної класифікації, вуличні світильники можуть бути підрозділені на класи за способом їхньої установки.

Розрізняють світильники:

- підвісні, для підвішування до консолей опор і тросів;
- що вінчають, що є продовженням опори вгору;
- консольні, що є продовженням горизонтальної або похилої консолі.

Оптичні системи світильників

Схема й конструкція оптичної системи світильника зовнішнього освітлення визначаються характеристиками джерела світла, що використовується, і необхідним характером світлорозподілу. Як показує аналіз раціональних кривих розподілу сили світла, максимальна концентрація світлового потоку повинна досягатися в зоні, вісь якої лежить у напрямках, що становлять 30–40° з вертикаллю. Напрямки, в яких сила світла світильника повинна бути максимальною, утворюють із вертикаллю кути 65–75°. Обмеження сліпучої дії

призводить до необхідності строгої регламентації значень сил світла світильників у зоні кутів $\gamma = 70-90^\circ$.

При побудові оптичних систем вуличних світильників застосовують елементи, що відбивають або заломлюють світло, а також пристрої, в яких поєднується використання цих явищ. У світильниках ці пристрої застосовують для зміни напрямку, а в деяких випадках і форми світлових пучків.

Заломлюючим елементом, що найчастіше використовується, є призма з невеликим, що запобігає виникненню дисперсії, кутом, який переломлює. Застосування призматичних елементів дозволяє досягати не дуже значних змін напрямку розподілу й геометрії світлових пучків (див. рис. 2.1).

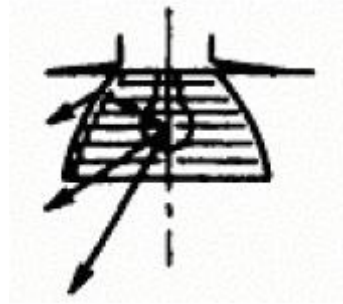


Рис.2.1 — Формування світлового пучка за допомогою призматичних заломлюючих елементів

У випадку джерел світла більших розмірів, таких, наприклад, як лампи ДРЛ, одержання необхідного світлорозподілу за допомогою заломлюючих елементів виявляється не тільки важким, але й просто неможливим.

Дія відбивачів, що використовують у світильниках, заснована на добре відомому законі дзеркального відбиття світла. Форми дзеркальних відбивачів досить різноманітні й ретельний підбір форми дзеркала відповідно до форми, розмірів й положення джерела світла дає можливість здійснити практично будь-який світлорозподіл освітлювального приладу рис. 2.2.

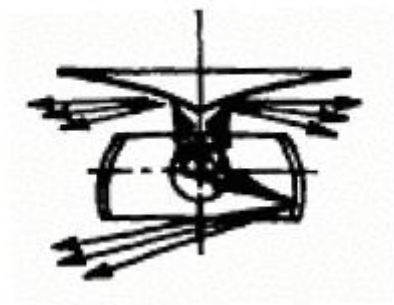


Рис. 2.2 — Формування світлових пучків при використанні дзеркальних відбивачів.

Конструкції світильників для освітлення вулиць

Висока ефективність й експлуатаційна надійність світильників зовнішнього освітлення забезпечуються належною механічною конструкцією і застосуванням відповідних умов експлуатації матеріалів. Необхідність високої

точності світлооптичних систем впливає не тільки на їхню конструкцію, але й технологію виготовлення.

Вимоги до точності й стабільності світлорозподілу світильників повинні бути визначені з урахуванням способу установки світильника. Наприклад, високі вимоги до точності світлооптичної системи підвісного світильника не забезпечують стабільність його ефективності, хоча б тому, що його положення може змінитися під дією вітру. Так само висока точність світлооптичної системи консольного світильника не буде реалізована в експлуатації, якщо конструкція вузла установки світильника на закінченні консолі не буде забезпечувати необхідну точність положення світильника й збереження цього положення при його використанні й виконанні робіт з обслуговування.

Широке застосування опор з консолями, що виносять світильник за краї проїжджої частини вплинуло на конструкцію сучасних світильників. У цьому випадку світильник є продовженням і завершенням консолі. На його форму й розміри впливають також вимоги естетичного характеру. Застосування у світильниках цього конструктивного різновиду розрядних ламп високого тиску й розміщення у світильнику ПРА призвело до збільшення ваги й розмірів світильників. При використанні консолей великої довжини дія вітру викликає своєрідні й значні навантаження опор і вібрацію як опор, так і світильників. Це змусило звернути увагу на аеродинамічні властивості корпусів світильників і стійкість їхньої конструкції проти дії вібрації. **Загальною вимогою** до конструкції вуличних світильників у всіх її різновидах є **максимальна пристосованість** до умов експлуатації і забезпечення зручності обслуговування. Гвинти, затиски, замки і т.п. повинні легко відгвинчуватися й звільнятися, повинен бути забезпечений максимально простий доступ до тримачів і патронів ламп, пристроїв, що фокусують, і т.п.

Розглянемо окремо деякі елементи й вузли світильників зовнішнього освітлення.

Пристрої для установки й приєднання світильника до мережі

Ці пристрої призначені для кріплення світильника до опори, кронштейну, підвісу й т. д., забезпечення необхідної орієнтації світильника відносно дороги й збереження заданого світильнику положення протягом його експлуатації, а також для забезпечення можливості приєднання світильника до електричної мережі.

Конструкція пристрою залежить від способу установки. У разі установки світильника на консолі або увінчання опори пристрій для установки прилаштовують і для введення проводів у світильник. Особливу турботу конструктора викликає пристрій для введення у світильник проводів, що з'єднують його з мережею або пристроями керування роботою. Ввідний пристрій повинен бути ущільненим і захищати порожнину світильника від проникнення в неї вологи й пилу. Причиною виникнення конструктивних ускладнень у цьому разі може бути висока температура в цій області. Це може

вимагати застосування проводів з термостійкою ізоляцією і термостійкими матеріалами ущільнення введення.

Останнім часом випускають світильники, що передбачають їх підключення за допомогою штепсельних рознімачів, що істотно полегшує їхній монтаж і заміну елементів.

Ущільнення, вологостійкість, нагрівання

Тепло, що виділяється джерелом світла при його дії тією чи іншою мірою нагріває інші деталі світильника. Єдиним, практично реалізованим засобом відведення надлишкового тепла є його передача деталями й вузлами світильника навколишньому повітрю. З метою реалізації цього в конструкції світильника повинно бути передбачене вільне обтікання потоками повітря джерела світла, що має місце у відкритих світильниках; улаштування отворів і каналів, що створюють упорядковані, спрямовані потоки охолодного повітря (вентильовані світильники); охолодження світильника із замкнутою порожниною потоками повітря, що омивають його поверхню (невентильовані світильники).

Слід зазначити, що прийнятий у конструкції спосіб охолодження світильника робить істотний вплив на його світлові властивості. Дійсно, зміна величини світлового потоку світильника в процесі його експлуатації внаслідок забруднення значно залежить від ступеня зіткнення його деталей з навколишнім середовищем.

Метою будь-якого способу охолодження світильника є зниження температури його вузлів й елементів до тієї величини, при якій вони здатні ефективно працювати протягом усього терміну експлуатації світильника.

Перегрів, або перевищення температури деталі чи вузла світильника над припустимою викликає:

- скорочення терміну служби лампи;
- зменшення світлової віддачі ламп;
- відокремлення колби лампи від цоколя;
- пошкодження і прискорене старіння ізоляції проводів, що перебувають у корпусі світильника;
- пошкодження скляних деталей при дуже твердому кріпленні внаслідок нерівномірності нагрівання і розширення металів і скла.

Розробка й здійснення способів охолодження світильників мають вихідною точкою необхідність зниження робочої температури деталі або вузла до її припустимої величини. Якщо мета виявиться досяжною в конструкції невентильованого світильника, то цим, поряд з нормальним температурним режимом, буде досягнута висока стабільність його світлових характеристик у процесі експлуатації.

Повинні бути взяті до уваги наступні важливі властивості невентильованого світильника. Зробити світильник абсолютно герметичним практично неможливо. Світильники «дихають». Це значить, що після включення лампи тиск повітря, що заповнює порожнину світильника, підвищується через

нагрівання його теплом, яке виділяється лампою. У результаті природного вирівнювання тисків у порожнині світильника й у навколишньому середовищі нагріте повітря частково залишає порожнину, використовуючи всі дефекти ущільнення. Після вимикання лампи тиск повітря, що охолоджується, в порожнині світильника виявляється нижче атмосферного і у світильник починає попадати забруднене повітря навколишнього середовища. Оскільки цей процес «дихання» світильника цілком природний, то конструктор повинен, зважаючи на невідворотність процесу, забезпечувати світильник «органами дихання». Найпростішим вирішенням цього питання є вибір матеріалу ущільнювальної прокладки між відділеними одна від одної частинами світильника. Цей матеріал повинен, припиняючи доступ волозі, забезпечувати можливість проникнення повітря. Але разом з течією повітря у світильник буде, у тій чи іншій мірі, проникати пил і волога. Практика конструювання та експлуатації світильників указує на неможливість створення абсолютно стійкого проти вологи й пилу ущільнення, здатного «дихати». За закордонними даними, при ущільненні оптичного відсіку світильника абсорбуючим фільтром світловий потік між чищеннями на 25% вище, ніж без фільтра.

Вимоги до ущільнення щодо його водонепроникності ще більш високі. Волога може проникати через введення, нарізні сполучення та ущільнення багатьох типів. З цього погляду з'єднання, що не рознімають при обслуговуванні й поточному ремонті, доцільно робити на сурику або спеціальних водостійких клеях і замазках.

Вибір матеріалу, визначення форми й розмірів прокладок, що ущільнюють, є одним з відповідальних завдань конструювання світильників.

Доцільне застосування (приклеювання) прокладки до однієї з частин, що рознімають. Матеріал прокладки повинен бути міцним і еластичним. Цьому відповідають прокладки з гуми, фетру, повсті й т.п., а також спеціальні фільтри, які затримують пил і гази.

Фокусуючі пристрої

Пристрої, що фокусують, найчастіше вводять в конструкцію сучасного світильника, призначеного для використання ламп різної потужності або типу, або для одержання різних кривих розподілу сили світла від одного джерела. Наявність фокусуючого пристрою істотно ускладнює конструкцію світильника й ставить під загрозу стабільність його світлових характеристик. Справді, ненадійно виконаний пристрій, що фокусує, сам по собі може стати причиною порушення фокусування. Виконання операції фокусування може виявитися ускладненим через ураження частин пристрою корозією або затвердіння змащення, що визначає неточність виконання цієї операції.

Наявність фокусуючого пристрою у світильнику може бути доцільною у разі його використання при реконструкції освітлювальної установки, коли світильники встановлюються на опорах, що використовувалися раніше, певної висоти й кроку.

Пристрій, що фокусує, коли його введення в конструкцію світильника є неминучим, повинен забезпечувати правильні, цілком закономірні переміщення лампи, тобто поздовжнє або вертикальне переміщення рухливого патрона має бути прямолінійним, строго уздовж осі світильника, поворот лампи навколо осі її симетрії не повинен супроводжуватися зсувом її світлового центру з осі світильника. Горизонтальне переміщення дає змогу регулювати перерозподіл світлового потоку залежно від відносної ширини освітлюваної вулиці, а вертикальне дозволяє одержати обмежений або напівобмежений світлорозподіл.

Наявність у світильнику фокуруючого пристрою визначає необхідність пристроїв, що дозволяють визначити правильність положення тіла, яке світить, щодо елементів оптичної системи світильника. Такими пристроями можуть бути мітки на деталях фокууючого пристрою, покажчики числа оборотів гвинта, що переміщує тримач джерела світла або навіть візирні пристрої.

Стійкість світильників проти вібрації

Вібрація світильників на опорах може бути більш значною, ніж про це можна припускати, не маючи даних досліду й спостережень. Особливо значною може бути вібрація світильників, установлюваних на опорах контактної мережі міського електричного транспорту й підвішених до тросів, натягнутими між ними.

Схильність світильників до вібрації висуває вимоги до механічної міцності світильників. Рух пристроїв підвісу й кріплення світильників щодо тросів і опор, викликаний вібрацією, супроводжується тертям і зношуванням. Це може стати причиною поломки вузлів кріплення світильників і їх падіння. Сказане вище вказує на необхідність застосування в конструкціях вуличних світильників вібростійких типів з'єднання частин, ущільнень і т.п.

Кріпильні деталі світильників

Кріпильні деталі, стопори, шарніри й т.п. повинні бути, по можливості, простими. Для цього слід використовувати болти й гвинти можливо більшого діаметра, з голівками або барашками, що усувають необхідність застосування інструментів для відгвинчування та загвинчування. Гайки повинні мати конструкцію, що запобігають самовідгвинчуванню. Застосування шайб, що запобігають самовідгвинчуванню, слід вважати мало доцільним через велику ймовірність їх втрати при першому ж використанні (робота на висоті). У конструкціях різних з'єднань доцільне застосування болтів, які не випадають, і гвинтів.

Особливої уваги вимагають конструкція і спосіб кріплення знімних елементів світильника, що забезпечують доступ в його порожнину. Конструкція кріплення цих елементів повинна забезпечувати швидке відокремлення деталей від корпусу без застосування інструментів, бути вібростійкою і створювати достатнє, але не надмірне стискальне зусилля.

Матеріали для виготовлення світильників

Найважливішими проблемами конструювання світильників зовнішнього освітлення є забезпечення найменшої їх вартості й ваги при достатній точності, надійності, стійкості проти корозій і вібрацій. Серед цих проблем суттєвою є вибір матеріалу.

Для виготовлення заломлюючих пристроїв і розсіювачів найбільш широко застосовуються термостійке силікатне скло, полікарбонат світлотехнічного призначення та інші полімерні матеріали. Скло — світлотехнічний матеріал, що давно використовується, володіє рядом достоїнств, які довго зберігають його застосування при виготовленні світлових приладів.

Ці достоїнства полягають в дешевизні, термо- й хімічній стійкості, здатності приймати будь-яку форму. Недоліками є значна вага, крихкість і складність механічної обробки.

В останні роки при виготовленні світлових приладів використовують прозорі пластмаси й пластмаси, що просвічуються. Серед них найбільш сприятливими для використання при конструюванні світлових приладів є полікарбонат, поліметилметакрилат, менше силікатне скло. Ці матеріали легко перетворюються у вироби будь-якої форми методами лиття, пресування і екструзії, допускають механічну обробку й легко офарбуються. Вони стійкі до дії води, багатьох кислот і лугів, мають відмінні експлуатаційні характеристики в межах температур від 20°C до 120°C, у достатній мірі пожежобезпечні.

Для виготовлення відбиваючих елементів світильників тривалий час використовувалось срібло. У наш час воно практично витіснене алюмінієм високої чистоти, якій володіє високими відбивними властивостями й достатньою хімічною й механічною міцністю.

Прогресивним технологічним процесом виготовлення дзеркальних відбивачів є алюмінівання шляхом випарювання металу у вакуумі. У цьому процесі частки алюмінію осаджуються на покриту лаком поверхню сталевого або алюмінієвого відбивача. Як підкладка можуть використовуватися також скло й пластики. Достоїнством цього процесу є усунення необхідності якої-небудь механічної обробки поверхні відбивача. Часто використовується ще інший широко відомий спосіб — альзак-процес — електрохімічне об'яскравлення чистого алюмінію.

Дешевизна відбивних елементів, виготовлених цими способами, дозволяє ввести в практику застосування змінних елементів цього роду. У певний момент експлуатації відбивний елемент може бути замінений запасним, що продовжує термін служби світильника.

Як матеріали для виготовлення корпусів та багатьох інших деталей світильників сьогодні переважно застосовують сталевий і алюмінієвий прокат, алюмінієві сплави, пластики, холодно штамповані пластмаси з добавкою скловолокна.

Для відсіку ПРА, що піддається великим силовим навантаженням, найчастіше застосовують матеріали, в тому числі чавун, отримані литтям під тиском.

Листова сталь — найбільш дешевий, зручно оброблюваний і стійкий до корозії матеріал. У ряді конструкцій вітчизняних і закордонних світильників знайшли застосування легкі сплави на основі алюмінію. Це обумовлене можливістю одержання складних і точних форм виробів методами лиття. При виборі матеріалів цієї групи слід пам'ятати, що деякі сплави мають недостатньо високу стійкість до корозії і вимагають захисту.

Для захисту металевих деталей застосовують хімічні покриття (оцинкування, анодування і т.д.), рідкі й порошкові емалі.

Вітчизняні світильники зовнішнього освітлення

Причиною конструювання нових світильників є зміна вимог до освітлення вулиць, поява нових джерел світла, світлотехнічних і конструкційних матеріалів, нових технологічних процесів, а також вимоги естетичного характеру.

Розробка й виробництво світильників здійснюються на спеціалізованих підприємствах. Це дозволяє створювати й випускати світильники необхідного числа типів, певною мірою уніфікованих, раціональне застосування яких дозволяє вирішувати досить різноманітні завдання освітлення міст. Прикладом цього можуть служити серії уніфікованих світильників для розрядних ламп високого тиску типу ДРЛ, ДРИ й ДНаТ, розробка й виробництво яких здійснюються в більшості країн світу, в тому числі в Україні.

Вказані **світильники класифікують за типом і потужністю** джерела світла, а також за **способом установки**, вони мають наступні позначення:

РКУ, РСУ, РТУ — консольні, підвісні й вінчаючи(ті що насаджуються зверху на кінцівках) для ламп типу ДРЛ;

ГКУ, ГСУ, ГТУ — те ж для металогалогенних ламп типу ДРИ;

ЖКУ, ЖСУ, ЖТУ — те ж для натрієвих ламп високого тиску типу ДНаТ.

Далі в позначенні вказують номер серії (розробки), потужність ламп і кліматичне виконання.

Світильники кожної групи (по способу установки) побудовані за єдиною схемою.

Оптична система більшості консольних і підвісних світильників складається із дзеркального відбивача, форма й розміри якого визначені розрахунком, і захисного скла, що може бути просто прозорим, захищаючим оптичний відсік від зовнішніх впливів. При нанесенні на його поверхню заломлюючих елементів або елементів, що розсіюють, захисне скло може стати частиною оптичної системи. Світильники цих типів можуть виготовлятися і без захисного скла.

Освітлювальна техніка для ілюмінації об'єктів.

ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ СУЧАСНОЇ ІЛЮМІНАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

На сьогодні, в епоху ХХІ століття, неможливо уявити життя сучасного міста без його штучного освітлення, адже багато процесів міського життя є найбільш інтенсивними саме у вечірній час.

Важливою функцією штучного освітлення вулиць, пішохідних доріжок та майданчиків – це забезпечення безпеки руху транспорту та пішоходів. Цій меті слугують різноманітні світлові покажчики і світлова сигналізація. Освітлення територій житлових комплексів створює зручність для користування тротуарами, пішохідними доріжками, проїздами, парками і скверами.

Освітлення будівель, пам'ятників, фонтанів та світлова реклама створює певний архітектурно-художній образ якраз вечірнього міста. Правильно підібране освітлення парків, скверів, бульварів та інших територій міста повинне забезпечувати хорошу видимість і сприяти максимальному сприйняттю архітектурно-декоративних особливостей будівель і предметів, що оточують нас у години, коли настають вечірні сутінки.

Завдання освітленості як в цілому, так і зокрема декоративно-художнього (ілюмінаційного) освітлення – зробити наші відчуття більш яскравими, приємними та корисними.

Ілюмінація – це святкове освітлення (освітлення об'єктів архітектури та містобудування, декоративно-художнє освітлення).

Ілюмінація об'єктів – це елемент фахової діяльності інженерів в галузі освітлення. Саме мистецтво дає змогу створити чудовий нічний образ будівель і споруд, що є цілковито відмінним від буденного, який викликає захоплення від святкової та чарівної атмосфери у вечірній час.

Аналізуючи певні міські території бачимо, що основним завданням влаштування штучного освітлення вулиць і площ полягає у створенні необхідних умов для безпеки руху транспорту та пішоходів у вечірній та нічний час.

У скверах, парках та на інших озелених територіях, головне завдання освітлення полягає у створенні максимального комфорту для відпочинку у вечірній час.

Для виявлення найзначніших та історичних, архітектурних та скульптурних об'єктів у місті, використовують декоративне освітлення будівель, скульптур та елементів озеленення.

Сам вираз "експонування об'єкта у нічний час" слід розуміти і як вплив, що закріплює естетичне враження, і як заходи для покращення стану безпеки об'єкта шляхом освітлення.

Поняття "ілюмінація" часто змінюють на поняття архітектурне освітлення або декоративне освітлення об'єктів.

Дослідженням встановлено, що:

- по перше, ілюмінація за допомогою штучного освітлення та інших засобів вираження експонує об'єкт в темний час доби в основному візуально;
- по друге, не тільки освітлення може виділяти чи підкреслювати (скомпонувати) об'єкт вночі. Тут слід враховувати спільну гру світла і музики, динаміку світла (зміну рівнів освітлення, заплановане вмикання і вимикання окремих освітлювачів), зміна кольору та ряд інших підкреслюючих заходів.

Отже, можемо зробити висновок: ілюмінація призначена тільки для зовнішніх об'єктів: палаців, пам'ятників, мостів, фонтанів та елементів природи.

Натомість поняття "архітектурне освітлення" чи "декоративне освітлення" стосується не лише зовнішніх об'єктів.

Досить часто у проекті ілюмінації, особливо великих об'єктів або цілих груп об'єктів, їх візуальний ефект підсилюється відповідно підбраною музикою.

Чудовим прикладом такого вирішення є традиція у Брюсселі: на головному ринку (Grand Plac) впродовж багатьох років, особливо під час канікул і туристичного сезону, організовують виставу. Перед сутінками ринок заповнюють численні туристи, щоб побачити, послухати і пережити виставу динамічної світлової експозиції цікавих об'єктів (пам'яток, яких чимало навколо ринку), поєднану відповідно підбраною музикою.

Вибір об'єкта для ілюмінації повинен базуватись на комплексному опрацюванні цілісної концепції освітленого міста або окремої його ділянки.

Зразком вдало спланованої і реалізованої ілюмінації міста вважається Ліон, не випадково названий містом світла.

Наприкінці 80-х років XX століття з ініціативи міської влади Ліону був розроблений проект ілюмінації міста, зокрема 150 окремих об'єктів (палаців, костелів, веж, мостів, ефектних кам'яниць тощо) та "світлових" шляхів до них. Освітлювальні пристрої вмикаються, коли починає сутеніти, і вимикаються о першій годині ночі. Ілюмінація Ліону вражає. Втілено у життя надзвичайний витвір, значення якого неможливо оцінити сумою вкладених коштів. Безумовно, витрати були значними, зате відчутно зросла туристична активність, і, відповідно, пожвавилася робота торгових, культурологічних установ і закладів громадського обслуговування. Отже, фінансовий зиск від проекту також є очевидним.

В кожному великому місті освітленню підлягають насамперед туристичні та прогулянкові маршрути, райони, насичені закладами культури, місцями організації святкових заходів та розташування готелів, адміністративних і виставкових центрів, кав'ярень, неподалік навчальних закладів або громадських установ, найчастіше – старовинної забудови з пам'ятками історії.

Отже, можна зробити висновок, що **критерії, якими варто керуватися у виборі об'єктів ілюмінації, є такими:**

- очікуваний візуальний ефект від ілюмінації об'єкта;
- місцезнаходження – можливість частого огляду туристами і перехожими;
- наявність перспективних візуальних напрямків для огляду об'єкта;
- ефектна архітектурна форма об'єкта або ефектна пластика його фасаду;
- значення об'єкта (історичне, культурне, політичне тощо);
- технічна можливість реалізації освітлення;

- орієнтовна вартість виконання ілюмінації;
- інтеграція в карту вже ілюмінованих об'єктів міста.

Метою ілюмінації архітектурних об'єктів є:

- підкреслення ефектності об'єкта ілюмінації; експонування непомітної вдень, прихованої краси споруди;
- підкреслення ефектних архітектурних деталей;
- створення романтичної, повної таємничості атмосфери навколо об'єкта ілюмінації;
- емоційний вплив на уяву спостерігачів;
- прикрашення міста, зокрема окремих районів чи вулиць у вечірню й нічну пору;
- акцентування на вартих уваги об'єктах;
- подовження часу користування об'єктом завдяки туристам і клієнтам;
- підвищення безпеки об'єкта та його оточення.

Отже, можна дійти висновку, що **головне призначення ілюмінації** – створення естетичного нічного вигляду об'єктів та безпеки їх експлуатації. Характерний вигляд об'єкта, закріплений в нашій пам'яті при денному світлі, за нічної ілюмінації змінюється, сприймаючись яким на тлі темного неба чи оточення. Світло спрямовується на фасад переважно знизу, тіні утворюються над виступами. Постає інший візерунок об'єкта; без сумніву, ефектний вже навіть з огляду на свою відмінність від денного вигляду. Вважають, і небезпідставно, що ілюмінація створює романтичну атмосферу, оточує спостерігача таємничістю, будить уяву. Це пояснюється тим, що майстерно виконане освітлення дає змогу організувати творче сприйняття об'єктів, оперуючи відповідними рівнями яскравості, експонуючи найбільш досконалі елементи архітектурної композиції та приховуючи її дефекти. Специфічна атмосфера таємничості, що виникає при огляді ілюмінованого об'єкта, пояснюється браком світла й водночас бажанням роздивитися його якнайдетальніше, а в темряві це неможливо.

Розрізняють два основні методи ілюмінації:

- метод заливаючого світла (загальний поверхневий);
- точковий (локальний, детальний).

На практиці часто поєднують окремі принципи обох згаданих методів ілюмінації, тобто застосовують змішаний метод, згідно з яким окремі фрагменти фасадів освітлені локально, інші – загально.

Вважається, що ілюмінація, виконана точковим методом, є більш престижним завданням для інженера і дає цікавіший ефект, ніж застосування заливаючого методу. Точковий метод, який іноді називають "різьбленням за допомогою світла", більш складний, однак у разі вдало реалізованого проекту ілюмінований об'єкт сприймається як художній витвір. Освітлення точковим методом здатне навіть змінити вигляд об'єкта завдяки можливості експонувати найефектніші деталі та приховувати менш цікаві елементи й форми.

Забезпечення цілісності освітленого об'єкта – надзвичайно важливий момент проектування ілюмінації точковим методом. Ілюмінація заливаючим методом

експонує об'єкт повністю і створює наближений до денного, досить рівномірний характер освітлення.

Цілісність ілюмінованого об'єкта – це можливість його комплексного сприйняття та огляду в цілому з певного видового напрямку, без невиразних і оманливих ділянок, що могли б уявно змінити реальну архітектурну композицію, якою вона сприймається у денному світлі. Це – головний принцип, обов'язковий при ілюмінації об'єктів. Отже, принцип цілісності спонукає до пошуку такої концепції ілюмінації, яка б забезпечила можливість однозначного сприйняття споруди в цілому або ж її освітлених фасадів незалежно від вибраного методу ілюмінації.

Цілісність ілюмінованого об'єкта залежить від відстані між окремими світловими акцентами, їх розмірів і контрастності відносно до фону. За точкового методу ілюмінації ефективним способом ілюмінації може суттєво допомогти техніка візуалізації ілюмінації.

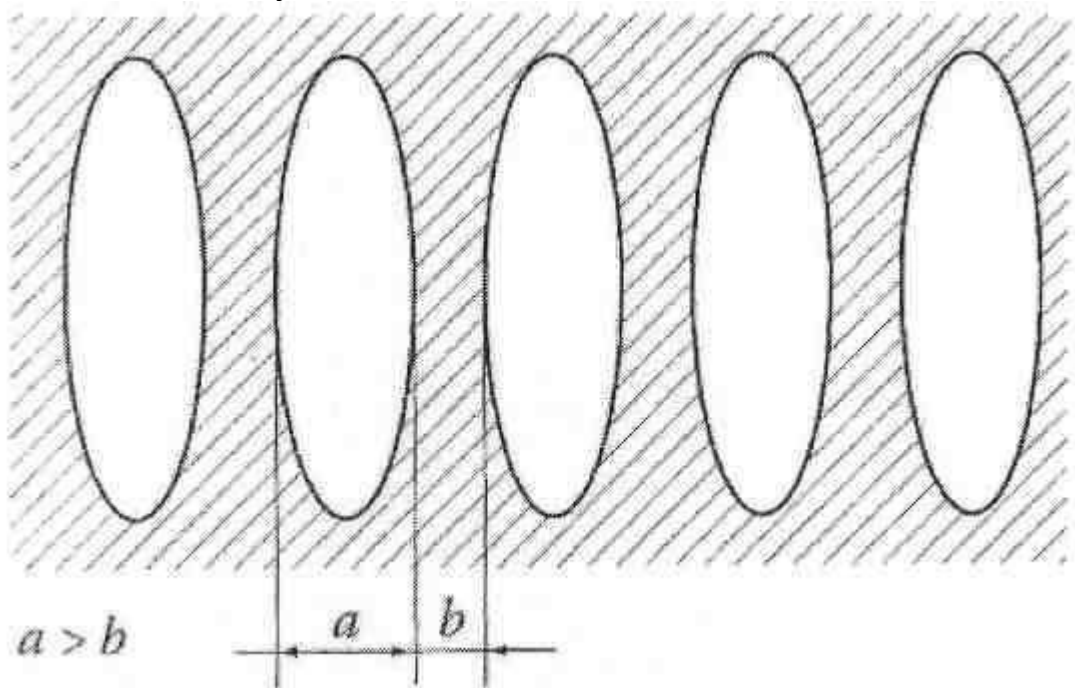


Рис. 1. Рекомендовані відстані між світловими плямами, які забезпечують збереження принципу цілісності

Якщо в ілюмінації вирішено використати світлові акценти, то їх яскравість не повинна більш ніж в 10 разів перевищувати середню яскравість ділянок поза акцентами. В протилежному випадку фонові яскравість не сприйматиметься.

Як видно з рис. 2 напрямок відбиття променів розсіювальною мікроструктурою відрізняється від визначеного законом дзеркального відбиття навіть тоді, коли світловий пучок є досить вузьким. Розсіювальна макроструктура відбиває окремі промені згідно із законом дзеркального відбиття. Однак досить "товстий" пучок падаючих променів відбивається так, як відбивається вузький пучок від мікроструктурної поверхні.

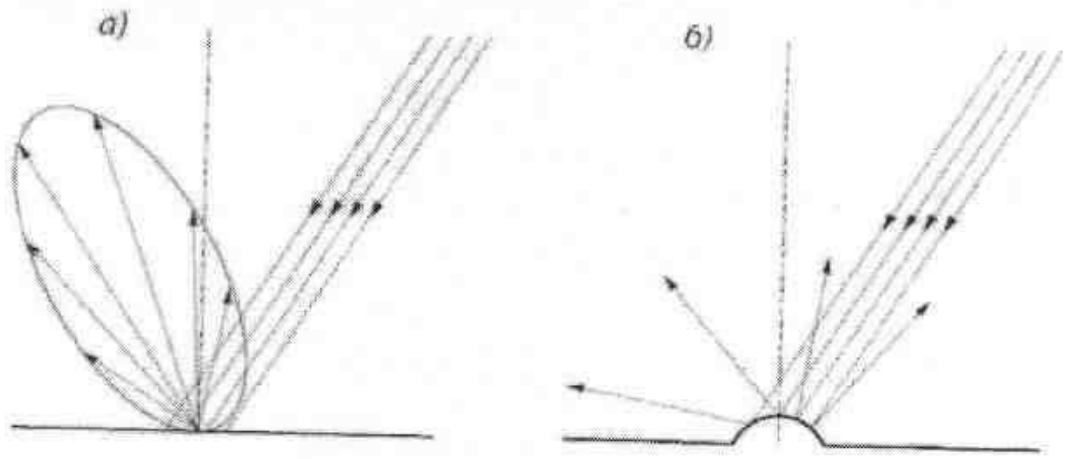


Рис. 2. Відбиття світлового потоку від поверхні:

а) із розсіювальною мікроструктурою; б) із розсіювальною макроструктурою

Проблема влаштування освітлення міських територій та окремих об'єктів – це не лише єдиний засіб забезпечення нормального світлового режиму, але і засіб виявлення архітектурних особливостей міської забудови у вечірній та нічний час. Освітлення є сильним засобом реклами, інформації та пропаганди. Освітлення міських територій є одним з найважливіших завдань інженерного благоустрою, шляхом правильного використання різних джерел світла та їх правильного розміщення у певних місцях.

ОБЛАДНАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК СПОРТИВНИХ СПОРУД

Загальні положення прожекторного освітлення

У будь-якій установці, що створює на об'єкті заданий рівень густини енергії оптичного випромінювання, необхідний пристрій, який перерозподіляє променевий потік джерела в просторі. Цей пристрій повинен бути таким, щоб майже весь потік джерела направлявся на освітлювані об'єкти й розподілявся на їхній поверхні відповідно до заданого закону. Прилади, що перерозподіляють світловий потік джерела випромінювання для освітлення (опромінювання), сигналізації і проекції, називаються світловими.

Світлові прилади, які за допомогою оптичного пристрою охоплюють світловий потік джерела в більшому тілесному кутку і концентрують його в малому (вимірюваному плоским куті розкриття 1-2), називаються **прожекторами**. Освітлювальні та світлосигнальні прожектори можуть бути поділені на світлові прилади для **зовнішнього і внутрішнього освітлення та сигналізації**.

Прожектори для зовнішнього освітлення поділяються на прожектори загального призначення, zenітні, морські й річкові, аеродромні, для транспортних засобів, теле- та кінозйомчі, охоронного освітлення, спеціальні.

При цьому під **прожекторами загального призначення** мають на увазі світлові прилади для освітлення великих відкритих просторів, в тому числі відкритих виробок, стадіонів, залізнодорожних вузлів, великих площ, великих будівельних майданчиків, стартових комплексів та ін., а також фасадів будівель, архітектурних споруд та пам'ятників.

До числа **спеціальних прожекторів** можна віднести також світлові прилади інфрачервоного освітлення, які забезпечують можливість бачення в темний час доби, та прожектори, які встановлюються на кранах, екскаваторах і бурових платформах, що піддаються високим ударним та вібраційним навантаженням, а також прожектори, які працюють в екстремальних умовах відкритого космосу або підводних глибин.

Світлосигнальні прожектори поділяються на аеродромні, морські, річкові, для транспортних засобів, світлофори та спеціальні.

Прожектори для внутрішнього освітлення представлені в основному театральними, студійними та експозиційними світловими приладами, а також світловими приладами прожекторного класу для створення динамічних світлових ефектів.

Сучасні прожектори є однією з найбільш складних та дорогих груп світлових приладів, до яких висуваються високі вимоги точності виготовлення та надійності роботи. Прожектори, як правило, працюють з лампами великої потужності, мають найбільш великогабаритні та складні оптичні системи, відрізняються високою теплонапруженістю конструкцій, в основному являються рухомими, регульованими пристроями, часто з дистанційним керуванням.

Діапазон зміни параметрів прожектора надзвичайно великий. У відповідності з основним призначенням та висунутими вимогами відстань дії прожектора може коливатися від кількох метрів до десятків кілометрів. Відповідно змінюються діаметри світлових отворів приладів, потужності застосованих джерел світла, максимальні сили світла та кути розсіювання світлових приладів, а також їх маса.

Сучасні прожектори загального освітлення розраховані в основному на роботу з розрядними лампами високого тиску 1, 2 та 3,5 кВт, а також (але значно рідше) з галогенними лампами розжарювання 1, 2, 5 кВт та натрієвими лампами низького тиску потужністю до 180 Вт.

Останнім часом помітною є тенденція використання у прожекторах короткодугових металогалогенних ламп та галогенних ламп розжарювання з концентрованим світним тілом, що дозволяє суттєво зменшити габарити прожектора й покращити його параметри.

Більшість прожекторів цієї групи – круглосиметричні світлові прилади з параболічними дзеркальними відбивачами з розрядними лампами високого тиску, розміщеними вздовж оптичної осі, й симетричні прожектори з прямокутними вихідними отворами, параболоциліндричними дзеркальними відбивачами та розрядними лампами високого тиску, встановленими за поздовжньою віссю світлового приладу.

Найбільш ефективно в цих прожекторах використовуються металогалогенні лампи, менш ефективні – натрієві лампи високого тиску та дугові ртутні лампи, при цьому натрієві лампи високого тиску потужністю 0,4 та 1 кВт застосовуються, в основному, в прожекторах для архітектурного освітлення фасадів будівель та деяких пам'ятників, а також для невеликих спортивних споруд, а прожектори з натрієвими лампами низького тиску – для будівельних майданчиків, кар'єрів, транспортних розв'язок.

Круглосиметричні прожектори з металогалогенними лампами потужністю 2 та 3,5 кВт мають відповідно діаметри відбивачів 550 – 600 та 850 – 900 мм, максимальні сили світла 5,5 та 10,8 Мкд та кути розсіювання від 2×11 до 2×22 .

Параболоциліндричні прожектори з лампами ДРІ потужністю 2 та 3,5 кВт мають, як правило, розмір вихідного отвору 700×500 та 800×700 мм, $I_{\max} = 0,35 \dots 0,95$ та $1,3 \dots 3,5$ Мкд та кути розсіювання від $2 \times 10 \dots 2 \times 42$ до $2 \times 45 \dots 2 \times 550$ в головних площинах для різних прожекторів з обома видами ламп.

При використанні короткодугових металогалогенних ламп зменшеної потужності 1,8 кВт (замість 2 кВт) в параболокругових фацетних відбивачах можна зменшити діаметр відбивача до 0,5 м (замість 0,9 м).

Як правило, всі прожектори цієї групи мають ступінь захисту конструкції IP 54, значно рідше розробляються прожектори зі ступенем захисту IP 43, IP 44 та IP 55. Маса таких світлових приладів складає 25 - 45 кг (без ПРА) і тільки для світлових приладів з лампами потужністю 5 та 2×2 кВт вона доходить до 130 кг.

Дзеркальні відбивачі круглосиметричних прожекторів виготовляють в основному методом ротаційного витискування з листового хімічно чистого алюмінію, який піддається електролітичному з'яскравленню, має гладку поверхню. Відбивачі параболоциліндричної форми є штапованими збірними конструкціями, які виготовляються з того ж матеріалу, також з'яскравленого, але часто мають не лише гладку, але й пластинчасту, рифлену або фактурну поверхню. Захисне скло в усіх прожекторах, як правило, плоске, безбарвне, стійке до нагріву (типу «сталініт»).

Корпуси прожекторів найчастіше виготовляють з силуміну методом литва під тиском (при цьому вони забезпечуються зовнішніми ребрами для збільшення поверхні тепловідводу) та значно рідше – з листового алюмінію методом глибокої витяжки. В багатьох прожекторах циліндричної форми корпуси виготовляються з пресованого алюмінієвого профілю, що забезпечує значне зниження трудоемкості та підвищення технічного рівня конструкцій.

При розробці прожекторів та виборі їх оптичної системи досить важливо враховувати не лише форму світлового пучка прожектора, а й те, що світлотехнічні характеристики та термін служби розрядних ламп високого тиску (та особливо металогалогенних ламп) суттєво залежать від положення лампи в просторі. Відхилення від номінального положення призводить до погіршення показників ламп. Особливо чутливі до таких відхилень лінійні галогенні лампи розжарювання, а також металогалогенні (в перших з них від цього суттєво залежить термін служби, а в других – світлова віддача).

Найменшого відхилення лампи зазнають у прожекторах з параболоциліндричними відбивачами (при розташуванні ламп вздовж поздовжньої осі прожектора); при повороті таких прожекторів лампа залишається в незмінному положенні, обертаючись навколо своєї осі.

Особливості прожекторного освітлення великих відкритих просторів

Багаторічний досвід використання прожекторного освітлення показав особливо високу ефективність його використання для спортивних споруд, архітектурного й ілюмінаційного освітлення тощо.

Велике поширення прожекторного освітлення пояснюється перш за все тим, що експлуатаційний догляд за прожекторами при їх зосередженому розміщенні на щоглах або на інших висотних спорудах значно простіший, ніж догляд за світильниками, розміщеними на освітлювальній території.

Досліджено, що вартість експлуатації установок прожекторного освітлення великих територій в два-три рази менша вартості експлуатації установок з найбільш досконалими світильниками. Крім того, при прожекторному освітленні освітлювальна територія значно менше захиращується опорами та повітряною проводкою. В багатьох випадках розміщення технологічного обладнання або умови виконання робіт не дозволяють встановлювати на освітлювальній території опори зі світильниками (наприклад, на відкритих підстанціях, будівельних площадках, стадіонах) і прожекторне освітлення є єдиною можливою системою освітлення. В деяких випадках прожекторне освітлення вибирається ще й тому, що при ньому створюється значно краще освітлення вертикально розташованих поверхонь, ніж за допомогою світильників.

Прожекторне освітлення, крім позитивних якостей, має також недоліки. Вони полягають перш за все у більшій ймовірності засліплення працюючих, ніж при освітленні світильниками; крім того, на освітлювальній території створюються більш різкі тіні, які заважають розпізнаванню різних предметів.

Імовірність засліплення значно знижується при правильному виборі висоти установки прожектора, кута його нахилу, та, найголовніше, при правильному виборі місць для їх установки. Щоб уникнути створення різних тіней, прожекторне освітлення повинно бути багатостороннім, тобто кожна ділянка території повинна освітлюватись щонайменше від двох прожекторів, встановлених з різних її сторін.

При виборі місць розташування прожекторів, з метою зменшення вартості виконання освітлювальної установки слід по можливості ширше використовувати наявні на освітлювальній території висотні споруди різного призначення і, таким чином, скорочувати кількість спеціально встановлюваних прожекторних щогл.

При цьому необхідно створити зручність для експлуатаційного догляду за прожекторами та перш за все забезпечити легкий доступ до них як в літній, так і в зимовий період. Світлові прилади повинні мати високий ступінь захисту від

проникнення пилу і вологи. Конструкції і способи монтажу світлових приладів повинні забезпечувати зручне обслуговування освітлювальних установок.

Розміщення щогл і світлових приладів

Прожектори встановлюються звичайно на спеціальних прожекторних майданчиках, що монтуються на щоглах (рисунок 1.1).



Рис. 1.1 – Схема прожекторного майданчика.

Кутові щогли слід розташовувати за межами області спостереження гравців і близько до даних цільових і дотичних ліній.

Розміщення кутових щогл:

Кутові щогли слід розташовувати під кутом не менше 10° за гольовою лінією і не менше 5° до дотичних ліній.

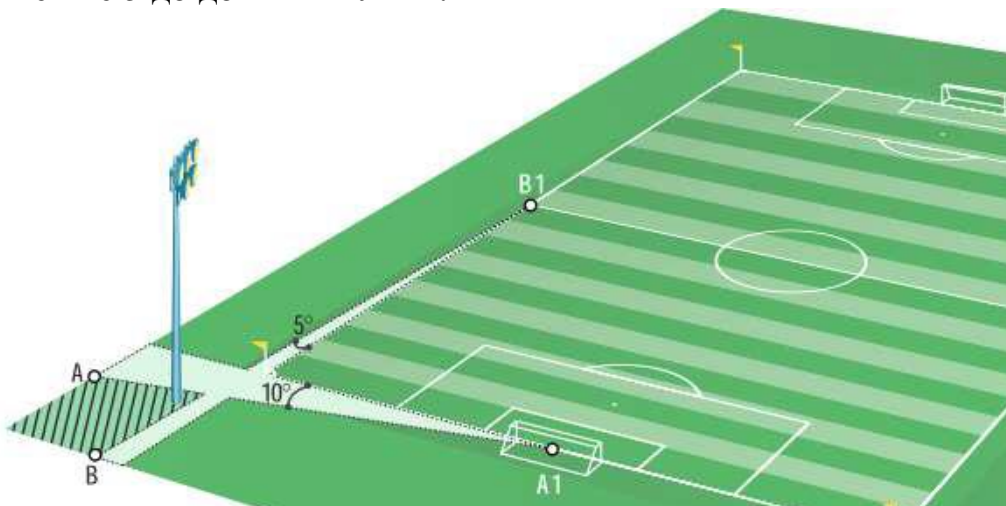


Рис. 1.2 – Розміщення кутових щогл.

Створення нормованої освітленості в даному випадку забезпечується за рахунок освітлення прожекторами кожної щогли чверті ігрового поля, суміжної з щоглою.

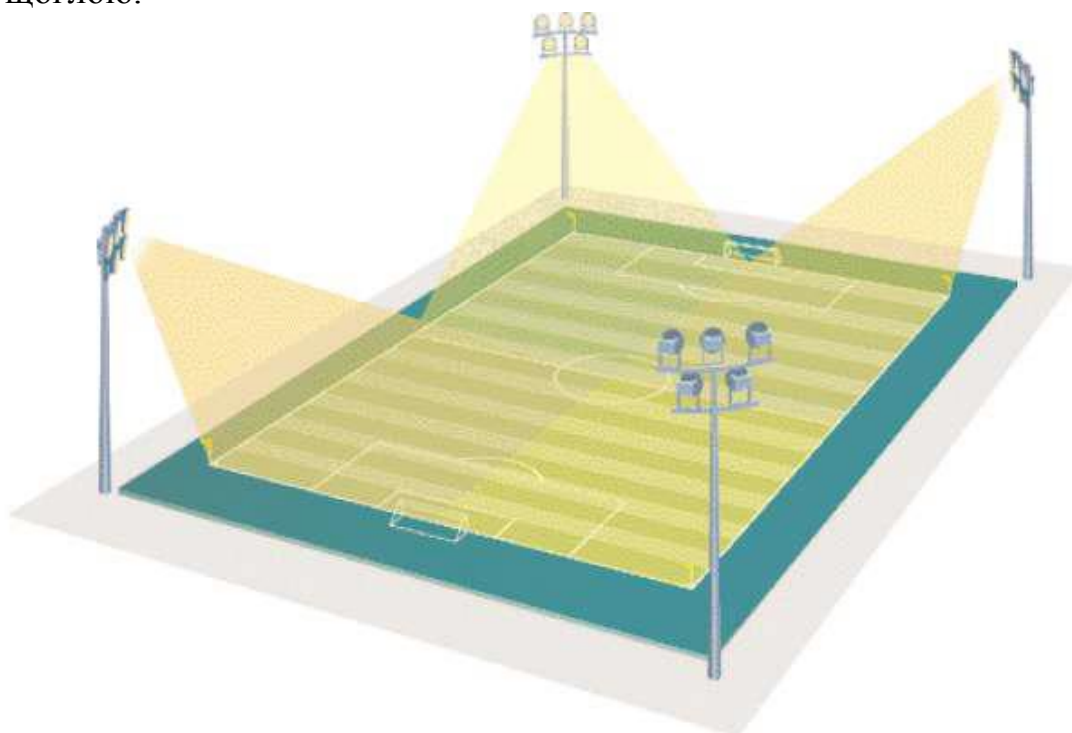


Рис. 1.3 – Кожна щогла освітлює чверть ігрового поля.

Висота установки щогли відповідно до рисунку 1.4, наведеного нижче, і мінімальний рівень кута обхвату повинні знаходитися в межах $\geq 25^\circ$ ($h_m = d * \operatorname{tg} \alpha$).

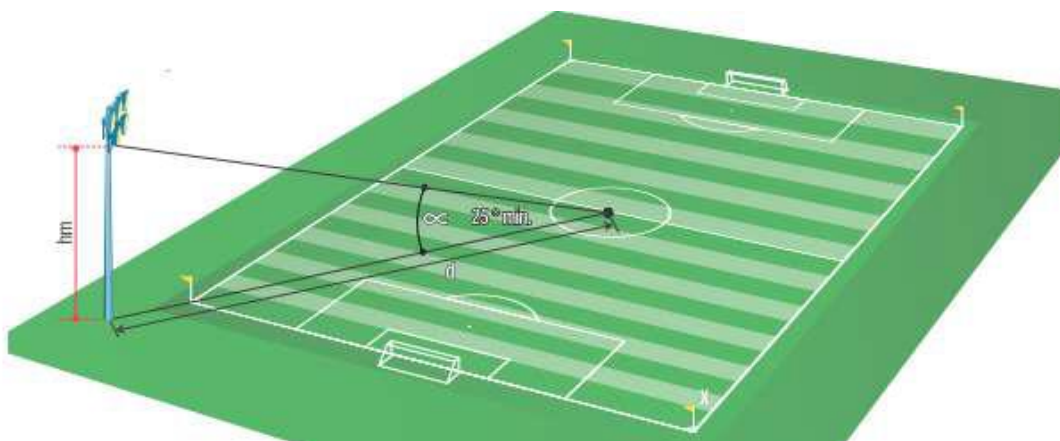


Рис. 1.4 – Визначення мінімальної висоти щогли.

Бічне розташування щогл

Для бічних освітлювальних установок можна використовувати нижчі щогли, ніж при їх кутовому розташуванні. Конфігурації, що найчастіше використовуються, – 4, 6 і 8 щогл.

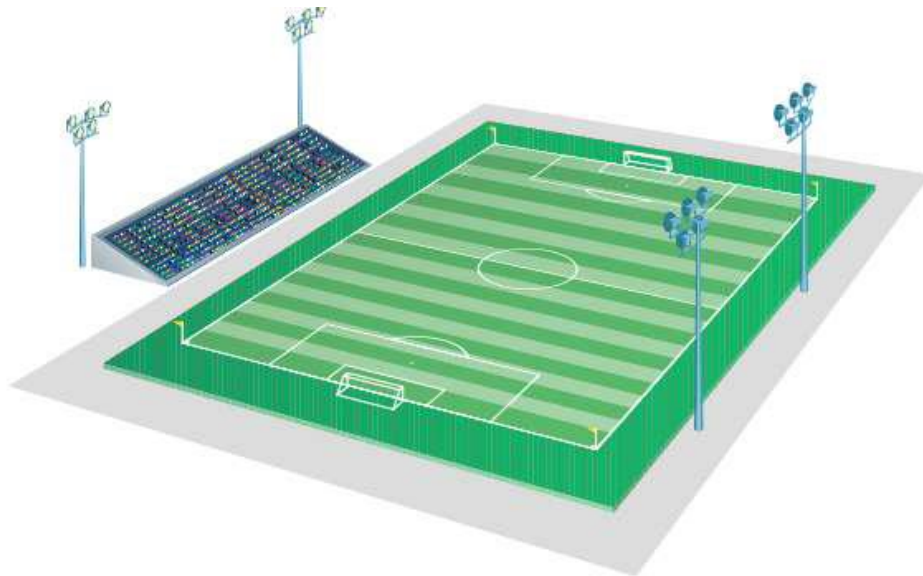


Рис. 1.5 – Чотирищоглова установка.

Чотирищоглові бічні освітлювальні установки(ОУ) в порівнянні з ОУ кутового розташування створюють комфортніші умови спостереження для глядачів.

Контроль заливаючого світла від чотирищоглової установки проводити набагато простіше, ніж від шести- або восьмищоглової ОУ. Це є їх безперечною перевагою.

Визначення висоти щогли при поперечному розташуванні.

Висоту щогл слід вибирати так, щоб кут, утворюваний між поверхнею ігрового поля і його поздовжньою центральною лінією і найнижчим кутом охоплення складав $\geq 25^\circ$ ($h_m = d * \operatorname{tg} \alpha$). Використання щогли менше 15м не рекомендується внаслідок зростання зорового дискомфорту, характерного для нижчих щогл.

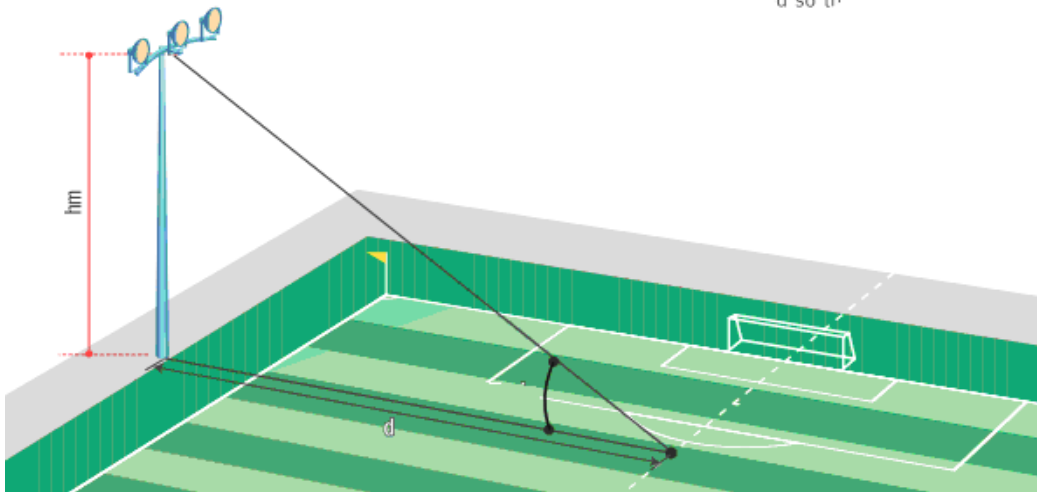


Рис. 1.6 – Визначення мінімальної висоти щогли.

У зв'язку із технологією освітлення, що змінюється, увага до основного розподілу простору і визначення монтажної висоти виконує основну роль в споруді світлових систем для сучасних телевізійних операторів. Кутові щогли слід розташовувати за нормальними до напрямів огляду для гравців з урахуванням їх центрування по обох дотичних лініях і лініях воріт.

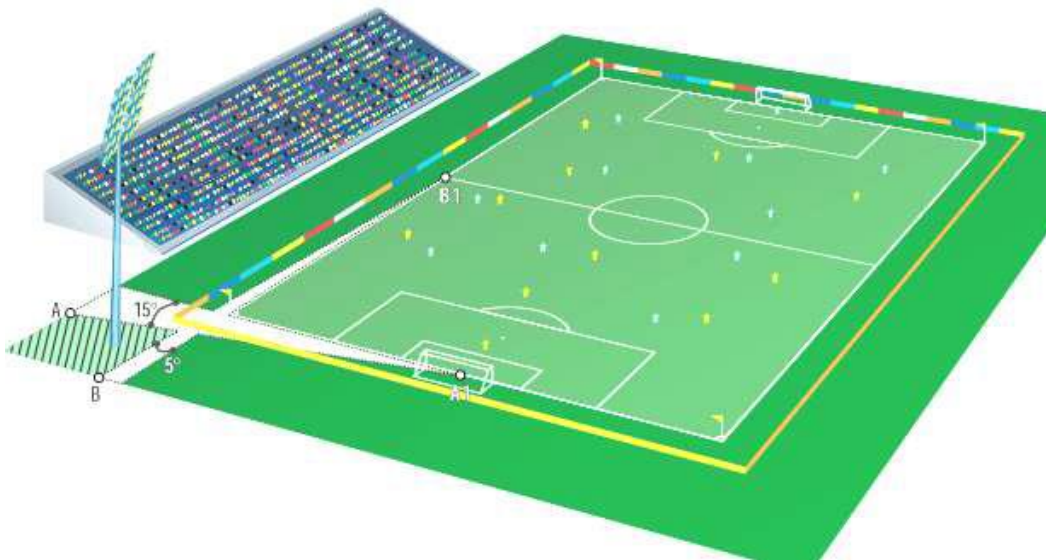


Рис. 1.7 – Розташування кутової щогли.

Максимальний кут нахилу прожектора

Кут підйому світильників не повинен перевищувати 70° відповідно до обмеження сліпучої дії і наявності заливаючого світла за устаткуванням.

Відповідно до вимог до освітлення найважливішим параметром є висота щогли, яка повинна бути гранично збільшена.

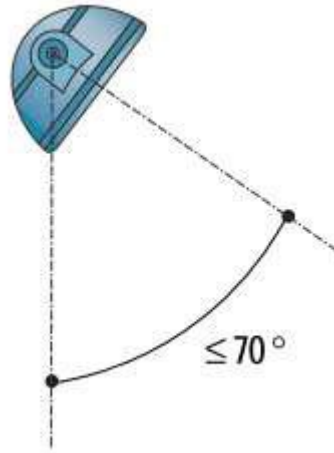


Рис. 1.8 Кут підйому світильників.

Встановлення щогли з жорстко фіксованим майданчиком.

Слід забезпечувати достатній простір між прожекторами за висотою і шириною для усунення перекриття світлового потоку від одного прожектора суміжним прожектором.

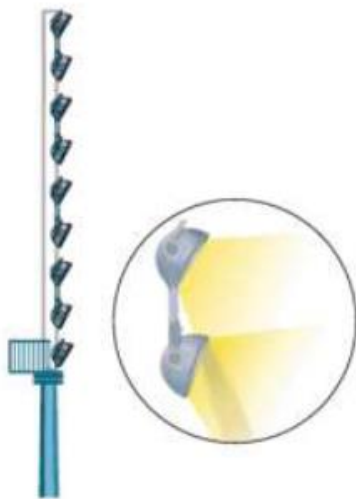


Рис. 1.9 – Нерекомендована вертикальна структура майданчика

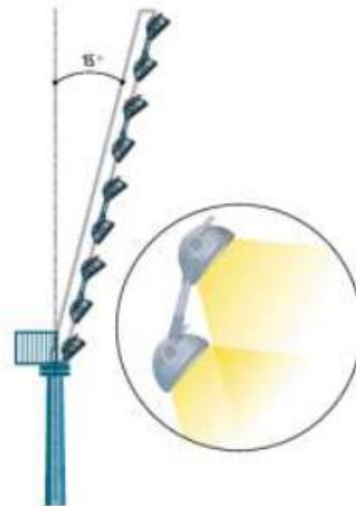


Рис. 1.10 – Рекомендований кут нахилу майданчика (15°)

У випадках, коли використовується вертикальна структура майданчика, відстань між рядами прожекторів, установлених на ньому, слід збільшити для зменшення світла, що екранується. Нахил осі майданчика до 15° усуває перекриття випромінюваного прожекторами верхніх рядів майданчика світлового потоку нижніми рядами при монтажі з компактними розмірами майданчика щогли.

Попереднє визначення висоти щогли.

Висоту треба вибирати відповідно до того, що всі частини поля повинні освітлюватися відповідно до стандартів з урахуванням кількості телекамер, що використовуються. Висоту щогли можна спочатку визначити за умови, що кут між центром гравального поля і центром каркаса оголовка повинен бути не менше 25° , при забезпеченні відсутності світильників, нахилених більше ніж на 70° від вертикалі.

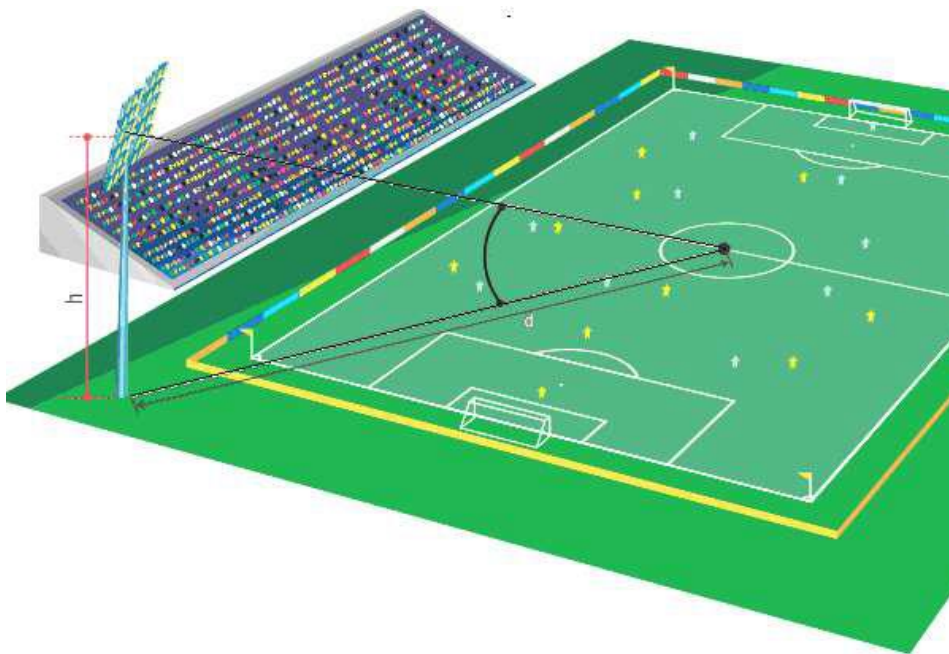


Рис. 1.11 – До визначення висоти щогли.

Сучасні прожектори.

Розглянемо як приклади конструкції прожекторів, призначених для освітлення відкритих просторів, виробництва таких відомих фірм як Geviss, Evrolight, Philips, Shreder.

Geviss Evrolight: прожектори цієї фірми виконуються зі ступенем захисту IP 66 (частковий захист від пилу – застосовується у постійно запилених приміщеннях, захист від штормових потоків, застосовується у місцях, які підлягають енергійному миттю та штормам), клас з електрозахисту I (прилад, в якому захист від електричного ураження забезпечений не лише виключно загальною ізоляцією, а й додатковим запобіжним заходом, який полягає в з'єднанні доступних струмопровідних частин із захисним (заземлюючим) проводом, який входить у склад стаціонарної електроустановки, таким чином, що доступні струмопровідні частини не стають небезпечними у випадку несправності загальної ізоляції), прилади придатні для безпосереднього встановлення на звичайно спалахуючі поверхні.

Прожектори відповідають усім вимогам по освітленню великих поверхонь, стійкі до термоударів, корозійних агентів та солового туману. Придатні до застосування у місцях, які знаходяться під прямим впливом атмосферних явищ.

Крім того, легко виконується електропроводка, при виконанні техобслуговування наводки не змінюються, є можливість точної установки з візуалізацією кута наводки, знижена робоча температура на запалювачі. Модель „Колоссеум” має декілька варіантів виконання (рисунок 1.12).

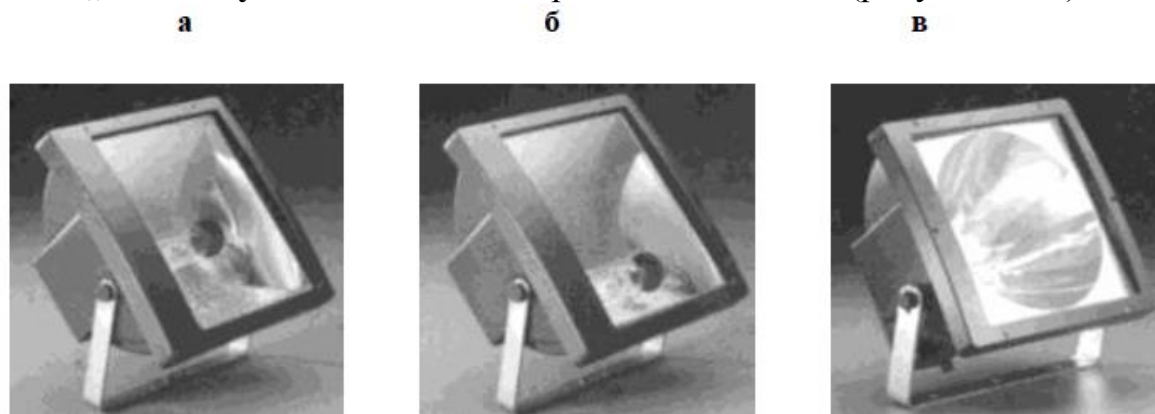


Рис. 1.12 – Варіанти виконання прожекторів Колоссеум:
а) симетрично розсіююча оптика; б) несиметрично розсіююча оптика;
в) кругла концентруюча оптика.

Електричні характеристики кожного варіанта наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Електричні характеристики прожектора „Колоссеум”

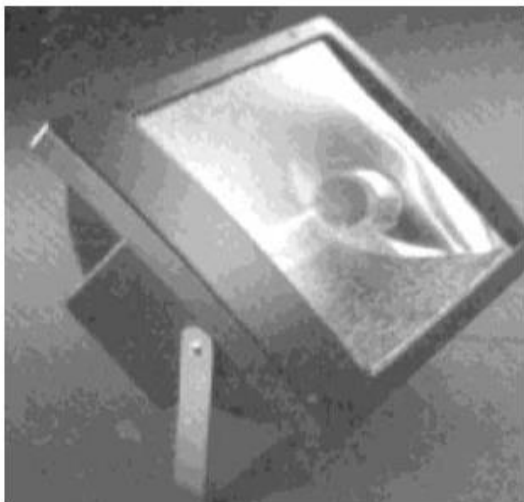
Оптика	Потужність лампи, Вт	Тип лампи	Струм, А	Вага, кг	Патрон
Симетрично розсіююча оптика, несиметрично розсіююча оптика	1000	MT	8,25	12,8	Е 40
			9,5		
		ST	10,3		
Варіант без електропроводки	1000	MT	9,5	12	Е 40
		ST	10,3		
Кругла концентруюча оптика	1000	MN	9,5	12,6	Е 40

Застосування: спортивні споруди, які вимагають високої освітленості, освітлення деталей з великих відстаней, великі поверхні й відкриті площадки.

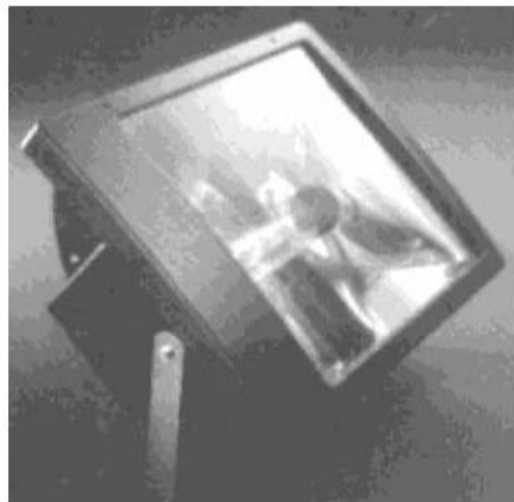
Прилади з розсіюючою оптикою: спортивні споруди (середня освітленість до 600 люкс); залізничні станції, аеро- й морські вокзали; великі автозаправочні станції; автостоянки.

Прилади з круглою концентруючою оптикою: спортивні споруди (середня освітленість до 600 люкс), стадіони, які повинні бути пристосовані для телевізійних зйомок; пам'ятники або архітектурні деталі, які освітлюються з великої відстані.

Для зовнішнього освітлення розроблено також прожектор **Стадіум**.



а



б

Рис. 1.13 – Варіанти виконання прожекторів Стадіум:
а) симетрично розсіююча оптика; б) симетрично концентруюча оптика

Електричні характеристики обох варіантів однакові і наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Електричні характеристики прожектора „Стадіум”

Оптика	Потужність лампи, Вт	Тип лампи	Струм, А	Вага, кг	Патрон
Симетрично розсіююча оптика, симетрично концентруюча оптика(з електропроводкою)	1000	ST	10,3	22	E 40

Застосовують для освітлення великих відкритих поверхонь та площадок.

Симетрично розсіююча оптика: спортивні споруди (освітленість до 400 люкс); суднобудівні верфі; великі залізничні станції, аеро- та морські вокзали.

Симетрично концентруюча оптика: великі стадіони, придатні для телезйомок, іподроми, великі транспортні розв'язки.

Обидва прожектори монтують на стояку-маяку, на стовпі, передбачена також настінна й стельова установка.

Технічні характеристики:

- матеріали й оформлення: корпус з алюмінієвого литва під тиском; антикорозійна обробка: хромування „ALODINE 1200”; фарбується термореактивним порошком сірого димчастого кольору; парабола з полірованого та анодованого алюмінію А 99,85; екран виготовлено із загартованого скла, удароміцність 20 Дж; ущільнюючі силіконові прокладки; зовнішні гвинти з неіржавіючої сталі;

- електропроводка: блок живлення зовнішній, розташований в коробці; коробка з алюмінієвого литва під тиском; антикорозійна обробка: хромування „ALODINE 1200”; фарбування термореактивним порошком сірого димчастого кольору; кабелі гнучкі з силіконовою ізоляцією та плетінням з скловолокна; $\cos \varphi > 0,9$; ламповий патрон керамічний; трьохполюсний затискач живлення з нейлону для кабелів перерізом 2,5 мм² ;
- комплектуючі: скоба з гаряче оцинкованої сталі; упаковка з гофрованого картону; кабельний затиск Pg 13,5 GW з PLAST.

Габаритні розміри прожекторів показані на рисунках 1.14 і 1.15.

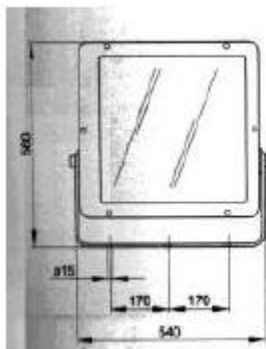


Рис. 1.14 – Колоссеум

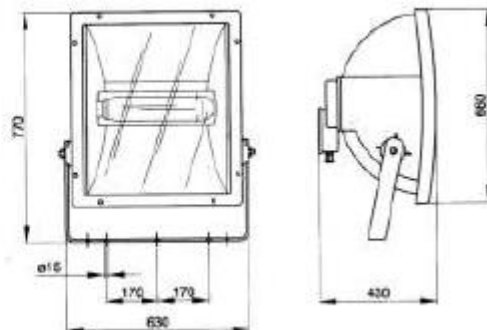


Рис. 1.15 – Стадіум

Фотометричні характеристики прожектора Колоссеум наведені на рисунках 1.16 – 1.17.

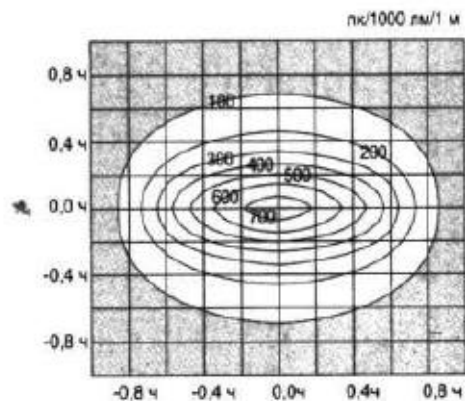
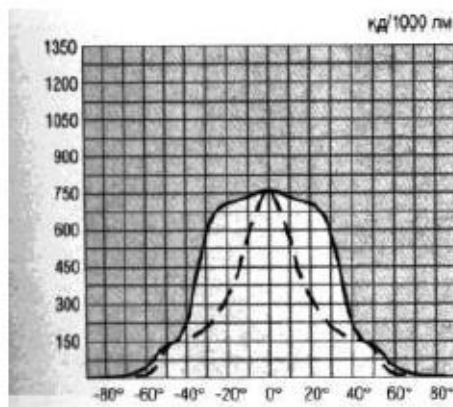


Рис. 1.16 – Колоссеум 1000 Вт, МТ/СТ, симетрично розсіююча оптика.

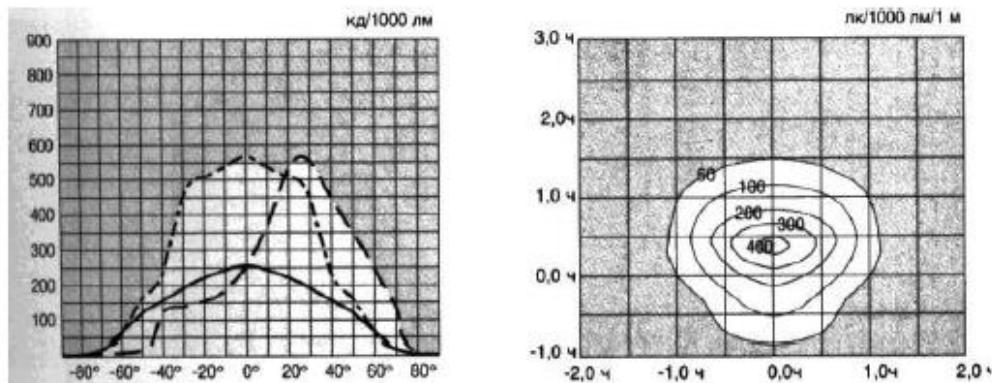


Рис. 1.17 – Колоссеум 1000 Вт, МТ/СТ, несиметрично розсіююча оптика.

Фотометричні характеристики прожектора „Стадіум ” наведені на рисунках 1.18, 1.19.

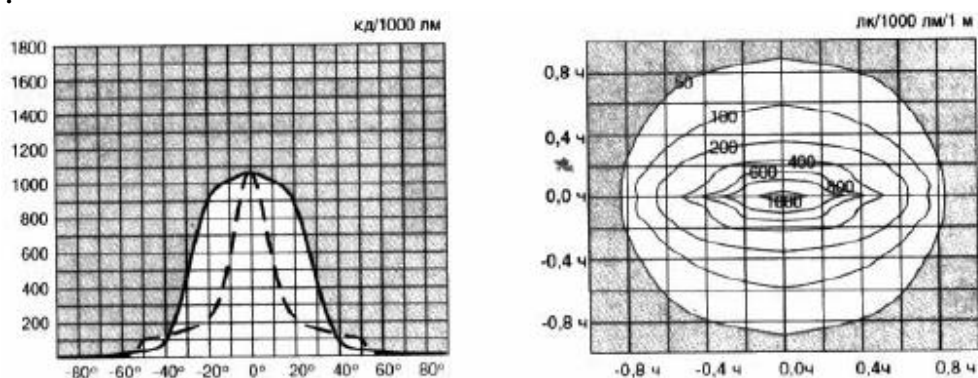


Рис. 1.18 – Стадіум 1000 Вт, СТ, симетрично розсіююча оптика.

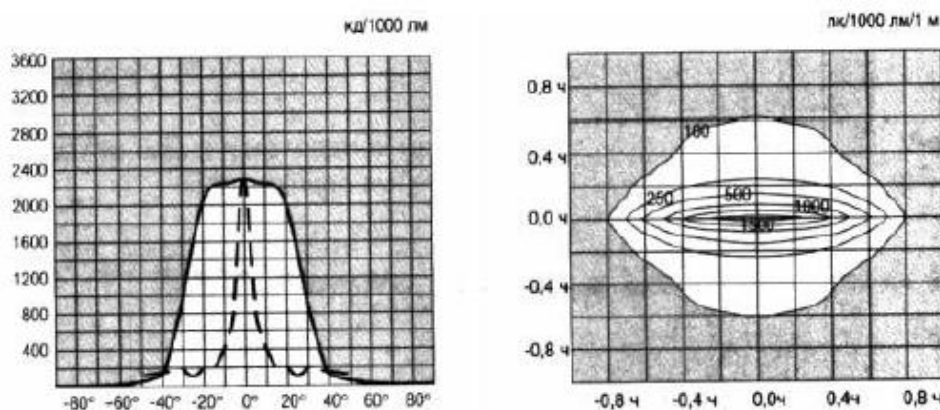


Рис. 1.19 – Стадіум 1000 Вт, СТ, симетрично концентруюча оптика.

Philips: прожектор для газорозрядних ламп високого тиску.

Прожектор заливаючого світла використовується з однією чи двома лампами. Корпус, блок установки лампи і захисна кришка виготовлені з литого під високим тиском алюмінію з низьким вмістом міді. Симетрична оптика створює вузький чи широкий світлорозподіл в залежності від вибору основного відбивача.

Застосування: площадки для ігрових видів спорту, освітлення територій (доки, контейнерні термінали) й декоративне зовнішнє освітлення.



Рис. 1.20 – Загальний вигляд прожектору MVF.

В цьому прожекторі можуть використовуватись лампи потужністю 400, 1000 та 2000 Вт.

Schreder: розглянемо наступні розробки:

Radial 4 (рисунок 1.21): прожектор з класом захисту IP 65 (частково захищений від пилу та від струменів води з усіх сторін) для ДНаТ, металогалогенних та ртутних ламп, складається з двох частин, виготовлених з пофарбованого литого алюмінієвого сплаву. Корпус складається з відбивача, виготовленого з полірованого анодованого алюмінію та панелі контрольного механізму. Захисне скло виготовлено термічно загартованим. Кріпиться до приладу за допомогою силіконових ущільнювачів. Монтується за допомогою кронштейнів. Клас з електрозахисту I, вага 12 кг.



Рис. 1.21 – Radial 4

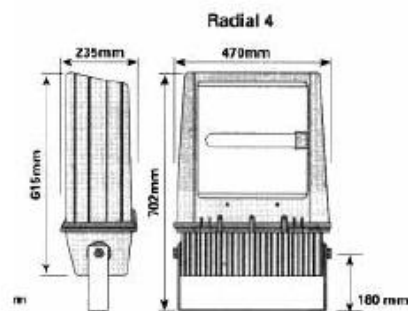


Рис. 1.22 – Габаритні розміри прожектору Radial 4

Переваги: великий вибір відбивачів; з'єднаний в одне ціле контрольний механізм.

Монтаж: на стіну, на землю, на спеціальний пристрій, на трубу 60 мм, використовуючи додаткове кріплення і сталеві втулки. Кронштейни дозволяють виконувати вертикальний, горизонтальний та монтаж під кутом.

Типи відбивачів:

- напівциліндричний, положення лампи зміщене від центру, лампа може розташовуватись по центру, асиметричний світловий потік.
- параболоїдний відбивач, поперечне положення лампи.

Застосування: вуличне освітлення, спортивні майданчики, під світка архітектурних та декоративних споруд.

Модель **RS** розроблено для спортивних майданчиків, інших великих відкритих просторів.

Прожектор з класом захисту IP 65, для ДНаТ та метало галогенних ламп, зроблений з одного листа високоочищеного алюмінію, змонтований з двома тримачами, які дають доступ до лампи. Термічно загартоване скло кріпиться до відбивача за допомогою силіконових ущільнювачів. Контрольний механізм не під'єднано. Вага 9 кг. Електрозахист І. Встановлюється на будь-яку плоску поверхню, за допомогою кронштейнів.

Прожектор монтують з внутрішнім спрямованим відбивачем, щоб досягнути асиметричного світлорозподілу шляхом виключення вузьких жмутків світлових променів та повернення їх назад на освітлювальну площину.



Рис. 1.23 – Загальний вигляд прожектору RS.

OLYMPIA 2 застосовують для освітлення спортивних майданчиків та великих відкритих просторів.



Рис. 1.24 – OLYMPIA 2.

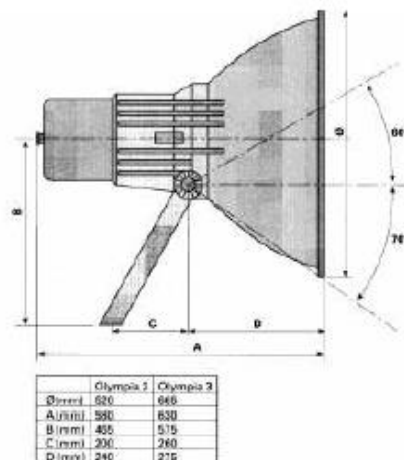


Рис. 1.25 – Габаритні розміри прожектору OLYMPIA 2.

Прожектор для ДНаТ 1000 і металогалогенних ламп. Відбивач, який виготовляється витяжкою з алюмінієвого анодованого та полірованого листа, фіксується на круглій основі, кріпиться до корпусу двома неіржавіючими сталевими довгими кріпленнями. Термічнозагартоване скло кріпиться до відбивача за допомогою силіконових ущільнювачів. Корпус зроблено з пофарбованого литого алюмінію, монтується з регульованим лампотримачем й з анодованим полірованим допоміжним відбивачем.

Кронштейн зроблено з пофарбованої гальванізованої сталі, він кріпиться до корпусу прожектора, на нього також може кріпитися з'єднувальна коробка.

Захист 54 (частковий захист від пилу, в зрідка пильних приміщеннях, від води – розпилення з усіх сторін, місця, які піддаються дії струменів та дощу, станції з проходженням транспортних засобів). Вага 13 кг.

Переваги: інтенсивний світлорозподіл, доступ до лампи ззаду.

Незважаючи на високі технологічні, світлотехнічні та експлуатаційні показники, основним недоліком цих прожекторів являється їх висока вартість та потреба в додатковому навчанні обслуговуючого персоналу.

Для освітлення великих відкритих просторів в нашій країні застосовуються прожектори з потужними ксеноновими лампами. В якості аналога розглянемо освітлювальний пристрій ККУ01×20000 для лампи 20 кВт.

Цей пристрій складається з світильника, блоку автоматики, блоку запалюючого пристрою та з'єднувального кабеля. Світильник являє собою конструкцію з параболічним відбивачем (рисунок 1.26) з полірованої листової нержавіючої сталі марок Х18Н9Т або Х18Н10Т. Він встановлений на рамі та може повертатись і закріплюватись під необхідним кутом нахилу.

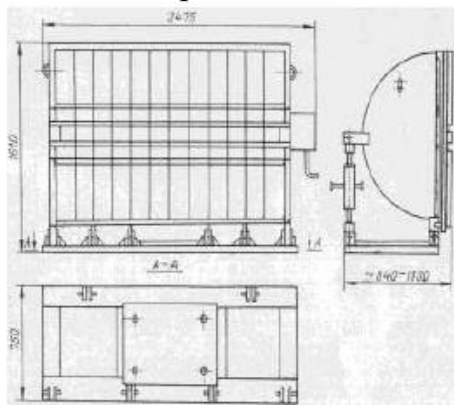


Рис. 1.26 – Габаритні розміри.

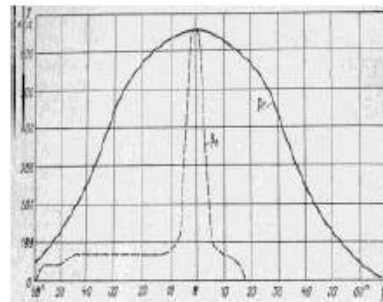


Рис. 1.27 – Криві сили світла пристрою ККУ01×20000

Блок запалюючого пристрою жорстко закріплений на корпусі світильника. В середині світильника встановлено ізолятори з затискачами струмопроводів до виводів ламп, а також кронштейни з кварцовими опорами для запобігання провисання розігрітих ламп.

Криві сили світла цього пристрою зображено на рисунку 1.27. Установка є дуже енергоємною, громіздкою і незручною при монтажі й експлуатації. Крім того, застосовуючи такі прожектори, важко досягнути точного націлювання їх на конкретну точку освітлюваної території та рівномірного розподілу

освітленості. Ксенонові лампи потребують обережного поводження і створюють додаткову небезпеку при експлуатації, а також можливість ультрафіолетового опромінення та засліплення при монтажі.

Залежність форми освітлювальної плями від характеру фотометричного тіла, положення і спрямування прожектора.

Розрахунок прожекторної установки.

Метою розрахунку прожекторної установки є визначення:

- числа прожекторів, які треба встановити для створення на освітлюваній площі заданої розрахункової освітленості;
- місць установки прожекторних щогл та прожекторів;
- висоти установки прожекторів над освітлюваною площиною;
- кутів нахилу прожекторів у вертикальній та горизонтальній площинах.

Для орієнтовних розрахунків найчастіше застосовують метод світлового потоку або метод питомої потужності.

Коефіцієнт запасу освітленості при розрахунках прожекторного освітлення з урахуванням підвищеного запилення відбивача та захисного скла прожектора на його світлотехнічні характеристики рекомендується приймати рівним 1,5.

Розрахунок прожекторного освітлення проводиться, задаючись нормованими освітленостями в горизонтальній площині.

При встановленні прожекторів на вершині щогли з кутом нахилу θ біля підніжжя щогли утворюється темна неосвітлена зона. Вона тим більша, чим менший кут θ . Це пояснюється тим, що корпус прожектора екранує світне тіло лампи та відбиваючі частини відбивача в межах кута більше $45 - 50^\circ$ в напрямі оптичної осі приладу. Тому доцільно розміщувати вишки з прожекторами таким чином, щоб неосвітлені плями накладались і мали якомога меншу площу.

Вибір кута нахилу прожекторів. При зміні кута нахилу прожектора (кута між напрямом оптичної осі прожектора і горизонтом) значно змінюються освітленість, форма і площа світлової плями. Світлова пляма при куті нахилу прожектора θ , перевищуючому половину кута розсіяння у вертикальній площині ($\theta > \beta_b$), має форму еліпса, при рівності кутів θ і β_b – параболи і при $\theta < \beta_b$ – гіперболи. Коефіцієнт використання світлового потоку в першому випадку буде найбільшим, оскільки весь світловий потік прожектора в межах кута розсіяння потрапляє на освітлювану поверхню. Проте з цього не слід робити висновок про неприйнятність вживання малих кутів нахилу, оскільки в деяких випадках, наприклад при необхідності освітлення далеко розташованих об'єктів або для створення освітленості у вертикальній площині, таке рішення буде раціональним. Численні обчислення показали, що і площа, обмежена кривою рівної освітленості, також змінюється при зміні кута нахилу. При великих кутах нахилу світлова пляма знаходиться в безпосередній близькості від основи прожекторної щогли. Потім із зменшенням кута нахилу вона переміщується все далі і далі від щогли і набуває еліптичну форму. Площа світлової плями спершу зростає до певної межі, а потім починає зменшуватися, і при деякому значенні

кута нахилу світлова пляма перетворюється на точку, яка по своєму розташуванню співпадає або знаходиться поблизу точки перетину оптичної осі прожектора з освітлюваною горизонтальною площиною. Кут нахилу прожектора, при якому площа, обмежена кривою однакової заданої освітленості, має максимальне значення, є найвигіднішим. Визначити цей кут можна шляхом вимірювання і порівняння площі світлової плями при різних кутах нахилу, що вимагає великої витрати часу.

Вирішальними чинниками, що визначають вибір кута нахилу прожекторів, є відстань від прожекторної щогли до освітлюваної ділянки території і практично можлива висота установки прожекторів.

Вежу з прожекторами рекомендується орієнтувати таким чином, щоб якомога рівномірніше освітити майданчик, одночасно намагаючись зайняти мінімальну площу під саму вежу. Для забезпечення рівномірності освітлення недоцільно встановлювати ряд прожекторів однакової потужності, оскільки при цьому більш віддалені точки майданчика доводиться освітлювати більшою кількістю прожекторів. Враховуючи досвід сучасного освітлення, варто використовувати прожектори різної потужності, більшої для віддалених точок, і меншої для точок, розташованих ближче до вежі.

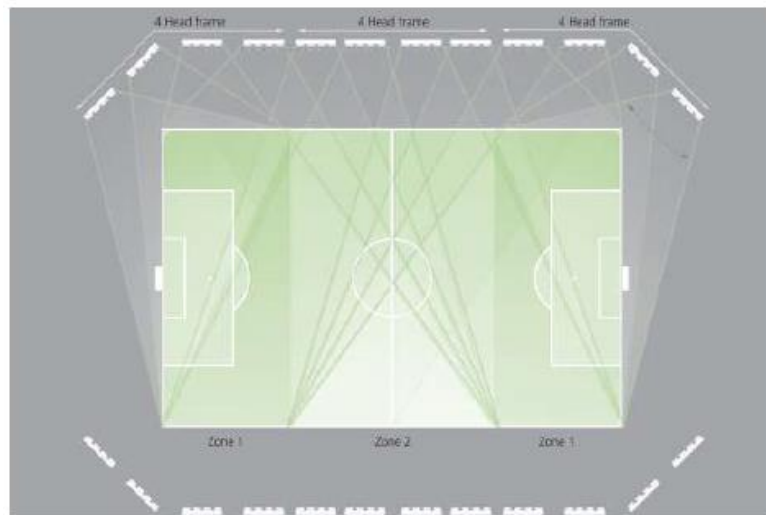


Рис. 1.1 – Хід променів прожекторів різної потужності для рівномірного освітлення поля.

Для обмеження засліпленості від прожекторів за нормативними вимогами відношення осьової сили світла найпотужнішого прожектора з установки до квадрату висоти його встановлення над рівнем ока спостерігача не повинне перевищувати 300. Згідно з цим мінімально допустима висота установки прожекторів визначається за формулою

$$H = \sqrt{\frac{I_{\max}}{300}} = \sqrt{\frac{1430 \cdot 10^3}{300}} = 70 \text{ м.}$$

Потрібну кількість прожекторів і загальну встановлену потужність установки прожекторного освітлення попередньо можна визначити спрощеним способом за **методом світлового потоку**.

Необхідну кількість прожекторів визначають за формулою

$$n = \frac{E_n K S}{\Phi_{\text{л}}} \eta u z, \quad (1)$$

де E_n – нормована освітленість, лк;

K – коефіцієнт запасу, $K = 1,5$, з міркувань, наведених вище;

S – площа, яка освітлюється, м²;

$\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік лампи вибраного типу прожектора, лм;

η – ККД прожектора в частках одиниці;

u – коефіцієнт використання світлового потоку прожектора, який визначається розмірами освітлюваної площі, створеною освітленістю та формою кривої світлорозподілу прожектора. Чим більша освітлювана площа, тим менші втрати світлового потоку. При цьому відіграє роль в основному не довжина освітлюваної площі, а її ширина;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, рівний відношенню E_{min} до $E_{\text{ср}}$, який визначається багатьма факторами, зокрема коефіцієнтом підсилення, формою кривої світлорозподілу прожектора, висотою його встановлення та значенням створюваної освітленості.

Вибір для конкретного проектного випадку певного джерела світла і типу прожектора однозначно встановлює значення світлової віддачі і ККД η незалежно від параметрів і призначення освітлюваної площі.

Коефіцієнт використання світлового потоку визначається розмірами освітлюваної площі, створюваною освітленістю і формою кривої розподілу світла прожектора. Чим більше освітлювана площа, тим менше втрати світлового потоку. При цьому значну роль відіграє в основному не довжина освітлюваної площі, а її ширина. Вищі розрахункові освітленості зумовлюють великі кути нахилу прожекторів і тим самим менші втрати світлового потоку.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення z визначається багатьма чинниками, зокрема коефіцієнтом посилення, формою кривої розподілу світла прожектора, заввишки його установки і значенням створюваних освітленостей. Як показали розрахунки, коефіцієнт нерівномірності має значно менше значення при створенні освітленості в межах 0,5 – 1,5 лк, коли застосовується одношарова компоновка ізольокс.

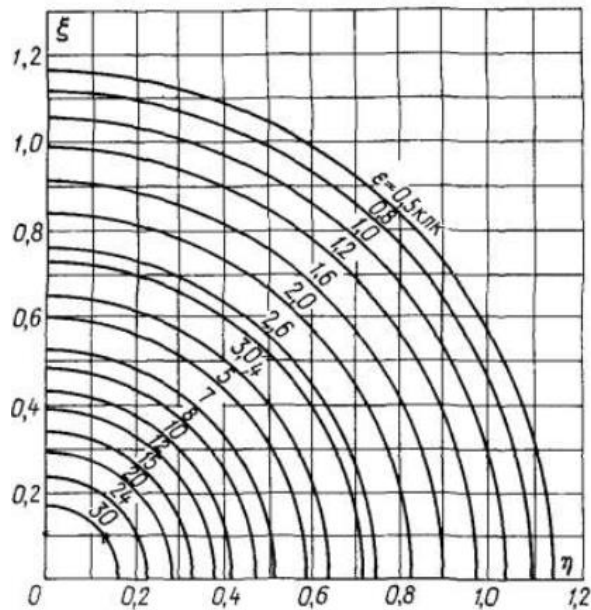
Після визначення необхідної кількості прожекторів виходячи з параметрів освітлюваної площі, її особливостей і призначення визначається число і місця розташування прожекторних щогл. Цим самим також визначається і число прожекторів, що підлягають установці на кожній з них.

Слід враховувати необхідність забезпечення в міру можливості багатобічного освітлення кожного з об'єктів освітлюваної території.

Відстань між щоглами приймається, виходячи з висоти вживаних прожекторних щогл, призначення і особливостей освітлюваної території. При освітленні територій, вільних від затінюючих споруд, великогабаритного устаткування або механізмів (наприклад, кар'єри), відстань між щоглами не

повинна перевищувати 15-кратної висоти щогл. За наявності затінюючих споруд це співвідношення повинне бути понижено. В міру можливості для установки прожекторів повинні бути використані висотні споруди, що є на освітлюваній території, і природні підвищення.

Розрахунок освітленості від одиночного прожектора. Різними авторами в різний час було запропоновано декілька методів розрахунку прожекторного освітлення. Найпростіший і найпоширеніший метод розроблений Р. А. Сапожниковим і Р. М. Кноррінгом. Він заснований на використанні кривих відносних ізолюкс і допоміжних розрахункових таблиць.



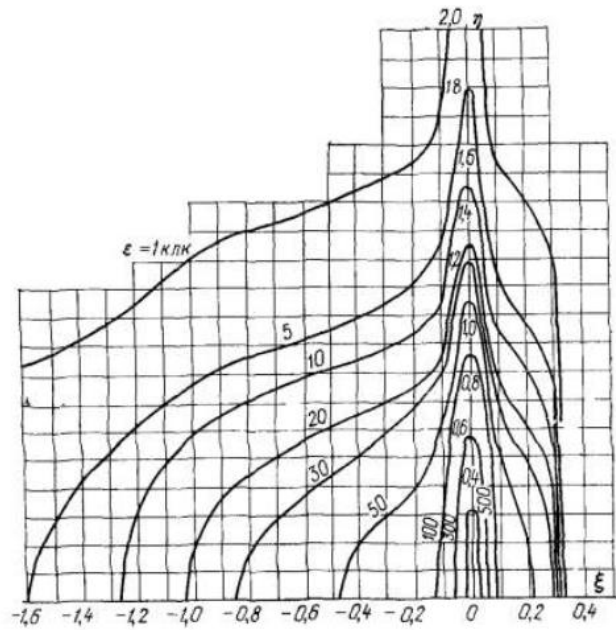


Рис. 1.3 – Криві відносних ізолюкс.

Результуючі формули, необхідні для проведення розрахунків:

$$y = \eta \rho H ; \quad (2)$$

відповідно

$$\eta = y / (\rho H) ; \quad (3)$$

$$\varepsilon = E H^2 \rho^3 \quad (4)$$

і

$$E = \varepsilon / (H^2 \rho^3), \quad (5)$$

де ε – відносна освітленість;

E – освітленість в розрахунковій точці;

ρ – допоміжний коефіцієнт, що визначають за таблицею 1.1.

Таблиця 1.1 – Значення параметрів ξ , ρ і ρ^3 для розрахунку прожекторного освітлення.

θ	Параметр	a/h_p																
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
8	ξ	0,75	0,49	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0	0,01	0,02	0,03	0,03
	ρ	1,13	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,0
	ρ^3	1,42	4,2	9,5	18	30	46	68	97	132	173	225	284	350	430	520	625	740
10	ξ	0,7	0,44	0,30	0,21	0,15	0,11	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07
	ρ	1,16	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,5	9,0
	ρ^3	1,54	4,5	9,8	18	30	48	69	98	132	174	225	284	353	432	520	625	735
12	ξ	0,63	0,40	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,01	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10
	ρ	1,19	1,7	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
	ρ^3	1,66	4,7	10	19	31	48	70	98	132	174	225	283	350	425	515	620	730
14	ξ	0,6	0,35	0,23	0,14	0,08	0,04	0	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14
	ρ	1,21	1,7	2,2	2,7	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
	ρ^3	1,77	4,9	10	19	31	48	70	98	132	173	222	280	345	425	512	610	720
16	ξ	0,56	0,32	0,13	0,10	0,04	0	0,04	0,06	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
	ρ	1,24	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,6	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,4	8,9
	ρ^3	1,42	5,1	11	19	32	48	70	97	130	172	220	277	343	415	500	600	710
18	ξ	0,56	0,28	0,15	0,07	0,01	0,04	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21
	ρ	1,26	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,4	7,9	8,4	8,9
	ρ^3	2,0	5,2	11	19	32	48	69	97	130	170	216	272	340	410	495	580	700
20	ξ	0,47	0,25	0,12	0,04	0,05	0,07	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24
	ρ	1,28	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,5	6,0	6,4	6,9	7,4	7,9	8,3	8,8
	ρ^3	2,1	5,3	11	19	32	48	68	95	128	167	213	267	330	400	485	580	680
22	ξ	0,42	0,21	0,08	0,01	0,06	0,11	0,14	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28
	ρ	1,3	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,5	5,9	6,4	6,9	7,3	7,8	8,3	8,7
	ρ^3	2,2	5,6	11	19	32	48	68	94	125	163	210	260	320	390	470	500	660

Продовження таблиці 1.1

θ	Параметр	a/h_p																	
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
24	ξ	0,38	0,17	0,05	0,04	0,10	0,15	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33
	ρ	1,33	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	6,3	6,8	7,3	7,7	8,2	8,6	9,1
	ρ^3	2,3	5,6	11	19	31	47	67	92	123	160	205	255	315	380	460	545	640	750
26	ξ	0,37	0,14	0,01	0,08	0,14	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	
	ρ	1,34	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6	8,1	8,5	
	ρ^3	2,39	5,7	11	19	31	46	65	90	120	156	198	247	305	370	445	525	620	
28	ξ	0,3	0,10	0,03	0,11	0,17	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39		
	ρ	1,35	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,2	6,6	7,1	7,5	8,0		
	ρ^3	2,47	5,7	11	19	31	45	64	87	116	151	192	240	295	355	425	505		
30	ξ	0,75	0,07	0,06	0,15	0,20	0,25	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42			
	ρ	1,13	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5	4,0	4,4	4,8	5,3	5,7	6,1	6,6	7,0	7,4			
	ρ^3	1,42	5,8	11	19	31	44	62	85	112	145	184	230	283	343	410			

θ	Параметр	a/h_p								
		9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	14	15
8	ξ	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
	ρ	9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	14	15
	ρ^3	860	1020	1170	1350	1530	1740	2200	2700	3400
10	ξ	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11
	ρ	9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	14	15
	ρ^3	860	1010	1160	1340	1520	1720	2180	2700	3350
12	ξ	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	
	ρ	9,5	10	10,5	11	11,5	11,9	12,9	13,9	
	ρ^3	850	995	1150	1320	1500	1700	2150	2700	
14	ξ	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17			
	ρ	9,5	9,9	10,4	10,9	11,4	11,9			
	ρ^3	845	980	1140	1300	1480	1670			
16	ξ	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20				
	ρ	9,4	9,9	10,4	10,9	11,3				
	ρ^3	830	960	1110	1200	1450				
18	ξ	0,21	0,22	0,22	0,23					
	ρ	9,3	9,8	10,3	10,8					
	ρ^3	810	940	1080	1240					
20	ξ	0,25	0,26	0,26						
	ρ	9,3	9,7	10,2						
	ρ^3	800	920	1060						
22	ξ	0,25	0,29							
	ρ	9,2	9,6							
	ρ^3	770	890							

Визначення освітленості в точці горизонтальної площини проводиться в наступному порядку. Знаючи висоту установки прожектора H і кут його нахилу θ і вимірявши за планом координати x і y точки, в якій розраховується освітленість, знаходимо відношення x/H і виписуємо з таблиці 1.1 значення ξ , ρ і ρ^3 . За формулою (6) визначаємо η .

$$\rho = E_p / \eta_{\Pi} \eta_z \gamma \quad (6)$$

де γ – світлова віддача використаних ламп, лм/Вт.

Знаючи η і ξ , по графіку відносної освітленості знаходимо значення для ε і за формулою визначаємо освітленість в розрахунковій точці.

Якщо необхідно побудувати криві ізолюкс освітлювального приладу, тобто знайти на площині координати точок, що мають задану освітленість, розрахунок проводиться таким чином.

Задаючись послідовно різними значеннями x/H згідно з таблицею 1.1, розраховуємо ординату y , при якій точка має необхідну освітленість.

Для кожного значення x/H виписуємо з таблиці 1.4 значення ξ , ρ і ρ^3 , обчислюємо ε за формулою (4) і за графіком кривих відносних ізолюкс застосованого типу прожектора або світильника знаходимо η як абсцису точки, ордината якої рівна ξ , а відносна освітленість – обчисленому значенню ε . Далі, за формулою (2) знаходимо координату y контрольної точки. Проводячи такі

розрахункові операції для декількох значень x/H , одержуємо достатнє число точок для побудови кривої однакової освітленості.

Освітленість у вертикальній площині

Освітленість в вертикальній площині можна визначити за формулою:

$$E_B = E_r(t_{\Pi} / h), \quad (7)$$

де E_r – освітленість у горизонтальній площині в тій же точці, де розраховується освітленість у вертикальній площині;

t_{Π} – найкоротша відстань від проекції світлового центру прожектора на розрахункову площину (рисунок 1.4) до вертикальної площини;

H – висота розміщення прожектора над рівнем розташування розрахункової точки А.

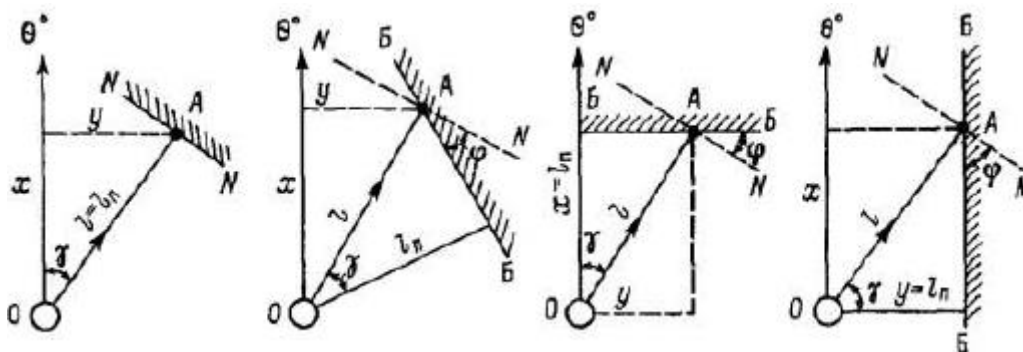


Рис. 1.4 – Схеми розташування вертикальних площин.

Формула (7) справедлива для випадку, коли світловий промінь, що створює освітленість в точці А, лежить в площині, перпендикулярній освітлюваній вертикальній площині. Це положення вертикальної площини характеризується максимумом вертикальної освітленості.

Якщо визначається освітленість у вертикальній площині, що відхилена від нормалі $N-N$ (рисунок 1.4), то в розрахункову формулу (7) вводиться додатковий коефіцієнт, рівний $\cos \varphi$.

Розрахункова формула для визначення освітленості у вертикальній площині (незалежно від її розташування) набуває вигляду

$$E_B = E_r(t_{\Pi} / h) \cos \varphi. \quad (8)$$

Для окремого випадку, коли вертикальна площина перпендикулярна осі Х (рисунок 1.4) і $t_{\Pi}=x$, а кут $\varphi = \gamma$, розрахунок освітленості можна виконати за формулою

$$E_B = E_G(x^2 / H \cdot l). \quad (9)$$

При орієнтації вертикальної площини перпендикулярно осі Y (рисунок 1.4) $t_n = y$ і розрахункова формула набуває вигляду

$$E_B = E_G(y^2 / H \cdot l). \quad (10)$$

Істотним недоліком точкового методу розрахунку є його клопітливість, що вимагає для проведення розрахунків тривалого часу. Особливо це виявляється при підрахунку горизонтальних і вертикальних освітленостей не від одного, а від багатьох прожекторів або світильників. При проектуванні освітлювальної установки, наприклад, для спортивного стадіону доводиться розраховувати освітленості в дуже багатьох контрольних точках, розташованих не тільки в різноорієнтованих площинах, але і на різних висотах.

Розрахунок освітленості, створеної групою прожекторів, значно складніший від аналогічного розрахунку для одиночного прожектора. На практиці він здійснюється із застосуванням сучасного програмного забезпечення з великою базою даних, яка містить інформацію про основні світлотехнічні характеристики прожекторів, які найчастіше застосовуються при проектуванні освітлювальних систем, та їх криві однакової освітленості. При розрахунку потрібно лише задати розміри освітлюваної площі, тип прожекторів, які буде використано, їх розташування (точки націлювання). Шляхом поступового підбору, тривалість якого залежить від досвіду проектанта, підбирають найоптимальніший варіант освітлення об'єкта. В результаті розрахунку отримують рівні освітленості по координатно та у вигляді рисунка, а також кути націлювання прожекторів.

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1

Загальні питання електропостачання. Відхилення рівня напруги від номінального. Його значення і вплив на роботу світлових приладів 4

ЛЕКЦІЯ 2

Надійність дії освітлювальної установки. Робоче та аварійне освітлення... 10

ЛЕКЦІЯ 3

Вимоги до будівельної частини приміщень. Класифікація приміщень 14

ЛЕКЦІЯ 4

Джерела живлення електричного освітлення. Електропостачання освітлювальних установок..... 19

ЛЕКЦІЯ 5

Управління освітленням. Дистанційне, автоматичне і телемеханічне керування.....28

ЛЕКЦІЯ 6

Монтаж освітлювальних мереж. Монтаж електропроводки ізольованим проводом на ізоляторах. 34

ЛЕКЦІЯ 7

Монтаж освітлювальних приладів. Монтаж світильників: підвіска на кріюк чи шпильку, та нагвинчування на сталеву трубу 40

ЛЕКЦІЯ 8

Монтаж електроустановочних приладів і щитів. Монтаж розподільчих пунктів та щитів..... 45

ЛЕКЦІЯ 9

Улаштування зовнішнього освітлення міст. Схеми розміщення світильників зовнішнього освітлення.49

ЛЕКЦІЯ 10

Теоретичні основи ілюмінації об'єктів, кількісні параметри згідно з вимогами до освітлення. Освітлення транспортних і пішохідних розв'язок і споруд.....53

ЛЕКЦІЯ 11

Кількісні параметри згідно з вимогами до освітлення. Завдання проектування освітлення доріг і магістралей. Світлові властивості й класифікація дорожніх покриттів.....63

ЛЕКЦІЯ 12

Освітлювальна техніка для ілюмінації об'єктів. Світлотехнічні характеристики й класифікація світильників для освітлення вулиць.72

ЛЕКЦІЯ 13

Принципи та методи сучасної ілюмінації об'єктів. Обладнання освітлювальних установок спортивних споруд.....83

ЛЕКЦІЯ 14

Залежність форми освітлювальної плями від характеру фотометричного тіла, положення і спрямування прожектора. Розрахунок прожекторної установки.....105

Література

1. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1979.
2. Атабеков В.В. Монтаж освещения промышленных и жилых зданий. Энергоатомиздат, 1974.
3. Никельберг В.Д. Монтаж освещения промышленных и жилых зданий. Энергоатомиздат, 1988.
4. Справочная книга для проектирования электрического освещения под редакцией Кноринга Ю.Б., Энергия, 1976.
5. Лурье М.Г. Устройство, монтаж и эксплуатация осветительных установок. Энергия, 1976.
6. П.А.Долин. Справочник по технике безопасности. Москва. Энергоатомиздат, 1984.
7. В.Е.Манойлов. Основы электробезопасности. Ленинград. Энергоатомиздат, 1991.